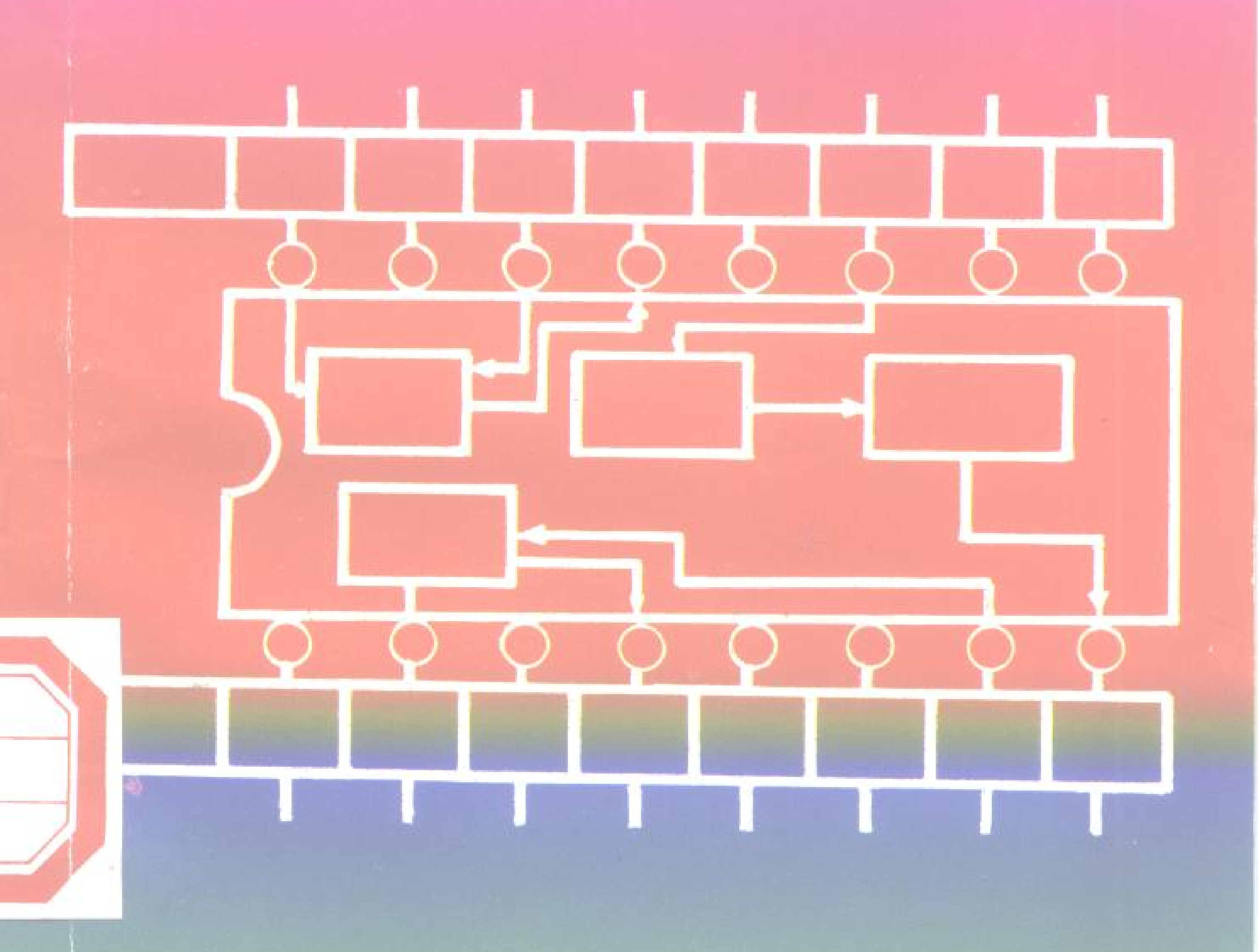
# 集成电路收音机原理与维修



金盾出版社

# 集成电路收音机原理与维修

黄签名　李　艳　编著



金　盾　出　版　社

## 内 容 提 要

全书共八章，分别介绍了无线电广播的基本知识及收音机的电路结构；集成电路收音机的特点及性能；收音机常用集成电路；集成电路收音机工作原理；新型多功能集成电路收音机介绍；故障检修原则及方法；故障分析与检修；故障检修实例。书末还附有收音机常用集成电路互换表和收音机常用集成电路引脚电压值，供读者查考。本书具有由浅入深，简明扼要，重点突出，层次清晰，方便阅读等特点，可供专业修理人员、广大无线电爱好者学习和掌握集成电路收音机工作原理及故障修理技术。

**图书在版编目(CIP)数据**

集成电路收音机原理与维修/黄签名，李 艳编著．—北京：金盾出版社，1996.11
ISBN 7-5082-0311-9

Ⅰ．集… Ⅱ．①黄… ②李… Ⅲ．集成电路接收机
Ⅳ．TN856

**金盾出版社出版、总发行**
北京太平路5号(地铁万寿路站往南)
邮政编码：100036 电话：68214039 68218137
传真：68214032 电挂：0234
封面印刷：北京1202工厂
正文印刷：北京先锋印刷厂
各地新华书店经销

开本：787×1092 1/32 印张：5.5 字数：121千字
1996年11月第1版 1996年11月第1次印刷
印数：1—11000册 定价：5.90元

# 目　　录

**第三章　收音机常用集成电路** ……………………………（24）

# 第一章 概　述

## 第一节 无线电波的发射、传播和接收

“无线电”这一名词早已为人们所熟知，无线电的应用也越来越广泛。利用无线电波进行通报、通话，叫做无线电通信；利用无线电波传送语言、音乐，叫做无线电广播；利用无线电波传送图像，叫做无线电传真；利用无线电波传递人物连续动作等信息，就是我们熟知的电视。这些电报符号、语言、音乐、人物图像都离不开无线电波的“发射→传播→接收”这样一个传递过程。下面简要地介绍一些有关无线电波的发射、传播和接收的基本知识。

### 一、无线电波发射的基本过程

无线电波的发射由专门的发射机来实现，图 1-1(b)左边框图是发射机原理方框图。在广播电台的发射机中，高频振荡器产生频率很高的振荡信号。这个信号加到发射天线会形成高频交变电流。科学家早已证明〔见图 1-1(a)〕：若在一根导线通上高频交变电流，其周围会产生高频交变的磁场。在交变磁场的周围又会引起交变的电场，而交变电场又会在其周围引起交变的磁场。磁场和电场如此不断相互交替地出现，就能把电磁能量向周围空间传播开来，形成电磁波。发射天线正是这样工作的，它辐射出来的电磁波，就是无线电波。

无线电波在真空中的传播速度为每秒 30 万 km。它几乎无孔不入，无处不到。传播距离之远，范围之广，是任何飞行物

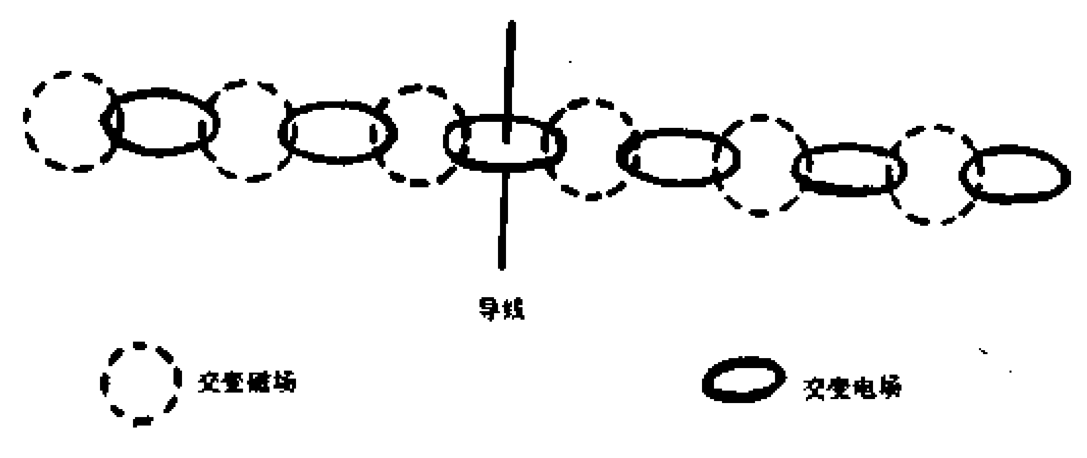



图 1-1(a)

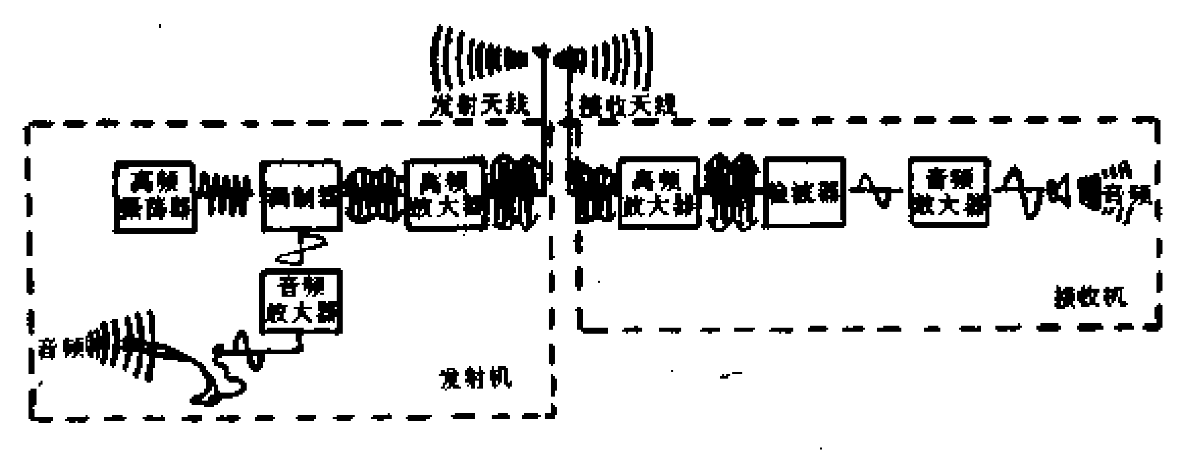



图 1-1(b)

体都不能与之相比的。

无线电波是怎样用来传送声音的呢?我们知道,人说话的声音是声带的机械振动形成的,频率很低,大约在十几赫到10kHz之间。声波在空气中传播速度也很慢,大约每秒340m,且随传播距离的增加而衰减,因而传播距离很有限。科学实验表明,只有频率相当高的无线电信号,才较容易辐射,而且频率越高,辐射越容易。无线电波的频率比音频高得多,只有把音频信号加到无线电信号上,才能通过天线把带有声音成分的无线电波送到空中。于是,科学家发明了无线电广播发射

机。它由高频振荡器、音频放大器、调制器、高频放大器等组成(见图 1-1b 发射机框图)。在发射机里将音频信号加到高频振荡信号上去的装置，叫调制器；将音频信号加到高频振荡信号上去的过程，叫做调制。用来运载音频信号的高频无线电波叫载波，其频率称为载频。调制的方法多种多样，广播中常用调幅和调频两种。我国应用最广的是调幅广播。所谓调幅，是使载波的幅度随着要传送的音频信号的大小而变化，但载波的频率不变。幅度调制后的高频信号叫调幅信号或调幅波。如果载波幅度保持恒定，使其频率随着要传送的音频信号大小而变化，这种方法叫做调频。频率调制后的高频信号叫调频信号或调频波(见图 1-2)。调制后的高频信号经过高频功率放大，再由天线辐射到空间，至此，就完成了无线电波的发射。

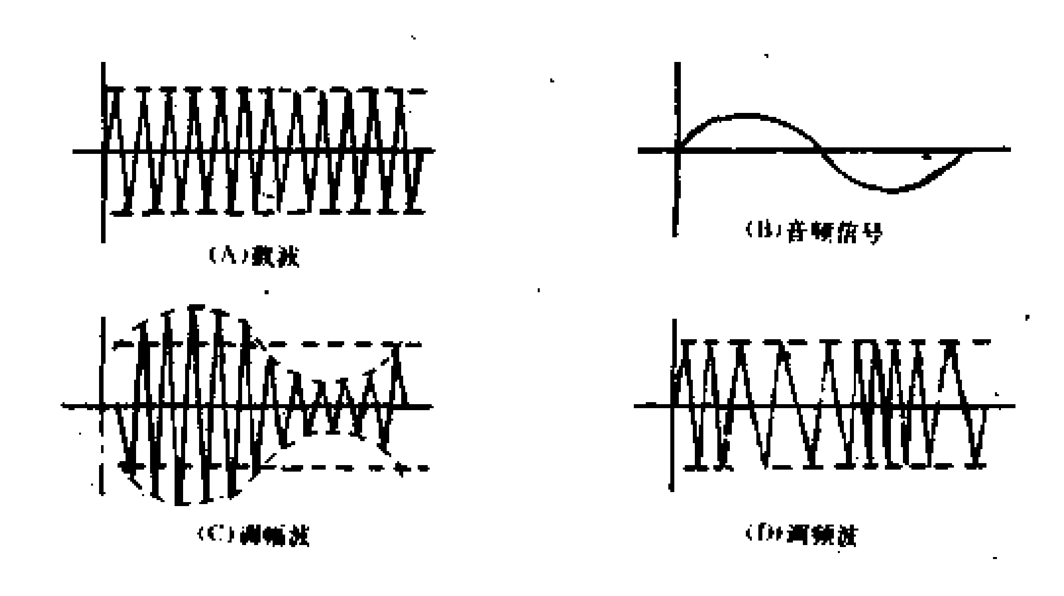



图 1-2

## 二、无线电波传播的基本过程

无线电波的频率范围很宽，但不管其频率高低，在空间的传播速度均相同。波长与频率有下面的关系：

$$\text{波长(m)}=\frac{\text{波速}(3\times10^{8}\text{m/s})}{\text{频率(周/s)}}$$

频率的常用单位是赫兹(简称赫)或周/秒(简称周),更大的单位是:千赫(kHz),兆赫(MHz)。

无线电波按其频率或波长可以划分为几个不同的频段或波段,如长波、中波、短波、超短波和微波等。而微波又分为分米波、厘米波和毫米波等。各个不同的波段有不同的传播特性。无线电广播最常用的波段是长波(150~280kHz)、中波(525~1605kHz)和短波(2.3~26.1MHz)。这些波段的无线电波主要由三种方式进行传播:第一种方式是沿地球表面进行传播,叫做地球表面波,简称"地面波"。一般来说,电波的频率越高,大地对它的吸收作用越强。第二种方式是直射传播,即在直线视距范围内的直接传播,这样的无线电广播距离很有限,但接收效果最好。第三种方式是从空中传播,叫做天波。我们知道,离地面 50~400km 高空的气体,受太阳照射后发生电离,形成电离层。天波就是靠电离层反射来传播的。电离层对频率较高的电波吸收作用小,反射作用大,可以传得较远。所以短波主要靠天波传播。但是,频率大于 30MHz 的电波会穿过电离层而不会反射。电离层随昼夜和气候的变化,其厚度、高度和密度等都会改变,反射时强时弱,造成电波衰落现象。这样,收音机收到的信号忽强忽弱,扬声器中发出的声音就忽大忽小。有的地区甚至地波传不到,天波又越过,会形成所谓"静区",收不到信号(如图 1-3 所示)。

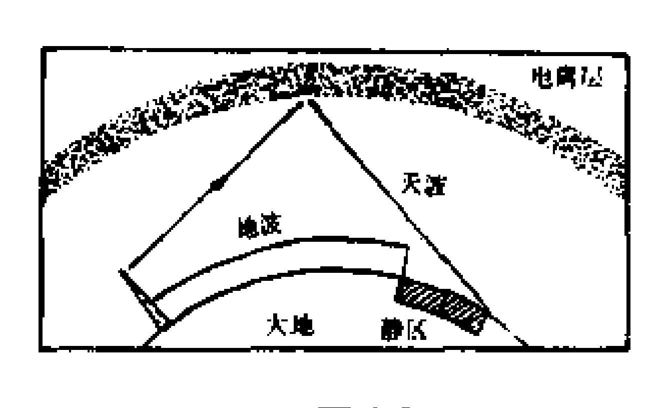



图 1-3

长波、中波主要靠地波传播,但由于地面对中波吸收作用

强一些，所以传播距离不太远。到了晚上，电离层变高，在同样反射角度下，它能把中波反射得较远。因而白天收不到的远处的中波电台，晚上有可能收到。即同样是中波段，白天收的台少，晚上收的台多。

**三、无线电波接收的基本过程**

无线电波在传播过程中，随着传播距离的增加，其强度会逐渐衰减。收音机是从许多电台发射的无线电波中，选出需要收听的电台信号，然后加以检波放大，并还原出声音的装置。当无线电波眨眼之间到达收音机天线的时候，这种交变的电磁场立即在天线上引起微弱的高频电流。正是因为这个电流太微弱，所以在收音机里必须设法把它放大足够的倍数，然后“检波”，取出音频电流，再经低频放大，才能推动喇叭成为我们能听到的声音(参见图1-1b接收机框图)。与发射机中的调制相反，在收音机里必须进行“解调”。所谓解调，就是从载波上把音频信号取下来的过程，如果收到的是调幅信号，那么这过程叫做检波，用来检波的电路叫做检波器。如果收到的是调频信号，那么这过程叫做鉴频，用于鉴频的电路叫鉴频器。

收音机的种类很多，以超外差收音机应用最广泛。超外差收音机按接收信号的调制方法，分为调幅收音机和调频收音机。

超外差收音机的工作过程是：天线接收到的高频信号被输入回路选出并送至变频级，变频级将其变换成465kHz的中频信号。中频信号由变频级输出后，再送至中频放大器放大，然后送至解调级，将音频信号“检出”。检出后的音频信号，经前置放大级和功率放大级放大后推动喇叭还原成声音。

晶体管收音机或集成电路收音机几乎都使用磁性天线。磁性天线所处的方位不同时，电磁场在磁棒线圈中所感应的

电动势也不同。因此，磁性天线具有方向性。当磁棒的轴线与电波传播方向垂直，且与交变磁场的磁力线平行时，所能接收到的信号最强。根据这一些特性，在接收电台广播时，可以通过调整收音机的方位来获得接收信号的最佳方向。正确的接收方位，还可以抑制从其它非接收方向来的干扰，有效地改善信噪比和选择性。

晶体管收音机在接收远距离电台广播时，一般都伴随有非常讨厌的"沙沙"噪声，使人听不清，有时甚至噪声强度大于广播声音。这是由两方面原因造成的：一是机内噪声，它是由晶体管本身的噪声和电路的增益过高而引起的。对于一般普及型收音机来说，由电路产生的噪声是难以避免的，可以选用低噪声变频管和中放管来改善晶体管本身产生的噪声。一般说来，由上述原因引起的噪声，其强度一般不大于广播的声音。另一种是机外干扰噪声。在夏天雷雨季节，由于云层放电而产生的杂乱电波，会使收音机发出断续的强弱不同的噪声。有时虽然本地区天气晴朗，没有雷电，但附近若有来自工业电器的干扰，如屏蔽不良的拖拉机、汽车火花塞打火，有电刷的电动机和电风扇、吹风机和日光灯等。这些干扰通常是连续性的。只要上述电器停止工作，干扰也就随之消失。

此外，在夜间收听广播时，收音机往往会出现"呜…"或"嘘…"等连续的干扰噪声，其强度各不相同。这是因为夜间的接收条件好，能接收到的中波电台增多，由波长邻近的电台信号之间产生交扰调制而引起的。灵敏度越高的收音机，这种情况越严重；短波段内这类叫声也更多。一般来说，出现这种现象不是收音机的故障。

## 第二节 收音机的电路结构

调幅收音机的基本功能包括:(1)把空中的无线电波转变成高频电信号。实现这一功能的设备是“接收天线”。(2)解调,即把调制在载波上的音频信号从已调幅高频信号上“卸”下来。在调幅收音机中通常称它为“检波”。实现这一功能的电路叫做“检波器”。(3)把检波后的音频信号重新转换成声波。它由耳机或扬声器来完成。

常见的收音机从电路程式上来区分,有直接检波式、直接放大式和超外差式三种。

### 一、直接检波式调幅收音机电路结构

直接检波式收音机对接收到的电波信号不经处理,直接通过检波器检出音频信号还原成声音。最简单的直接检波式收音机由天线、检波器及耳机三部分构成。见图 1-4。

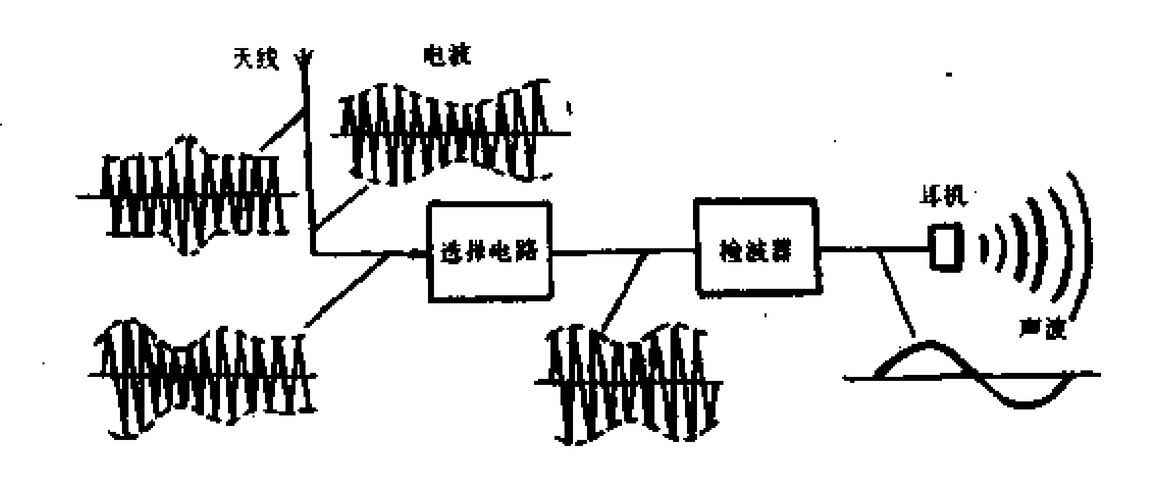



图 1-4

现代广播通信业非常发达,天空中传播着许多电波,如果这许多电波全都接收下来,都检波还原成声音,收听起来就会

强台弱台同时播音，影响收音效果。

直接检波式调幅收音机功能少，电路简单，只能收到附近的大功率电台的信号，为了有选择地进行接收，在天线与检波器之间要加一个选择电路。由于送入检波器的信号弱，检波效果差，因而只能作为初学者实验时采用。

## 二、直接放大式调幅收音机电路结构

直接放大式收音机较前者进了一步，对接收到的电波信号不经过任何处理，直接进行放大后，通过检波还原成声音。这种收音机，天线上获得的高频调幅信号一般只有几十微伏至几毫伏，为解决直接检波式收音机的缺陷，直接放大式收音机在选择电路后对调幅信号无失真地加以放大。电路结构见图 1-5。

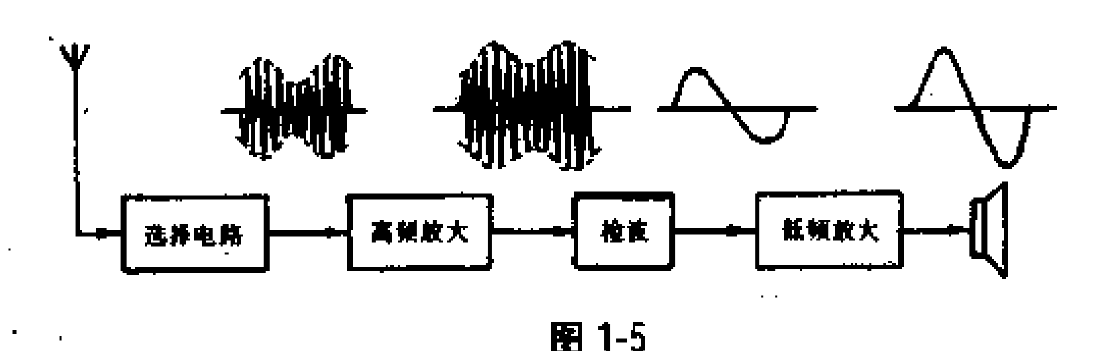



图 1-5

为了进一步提高收音机的性能，一般实用的直接放大式收音机还加有再生及来复电路。所谓“再生”，是把检波后信号中的遗留高频成分再送到高放输入端，用以加强高频信号。所谓“来复”，是指高频放大还兼作音频放大（又叫低频放大），用以提高器件的利用率。图 1-6 为高放、再生、来复式收音机方框图。此收音机制造得好时，灵敏度很高，输出功率也可做得较大，足以推动扬声器放音。直接放大式收音机原理简单，所用元件少，容易制作，故有一定的实用价值。

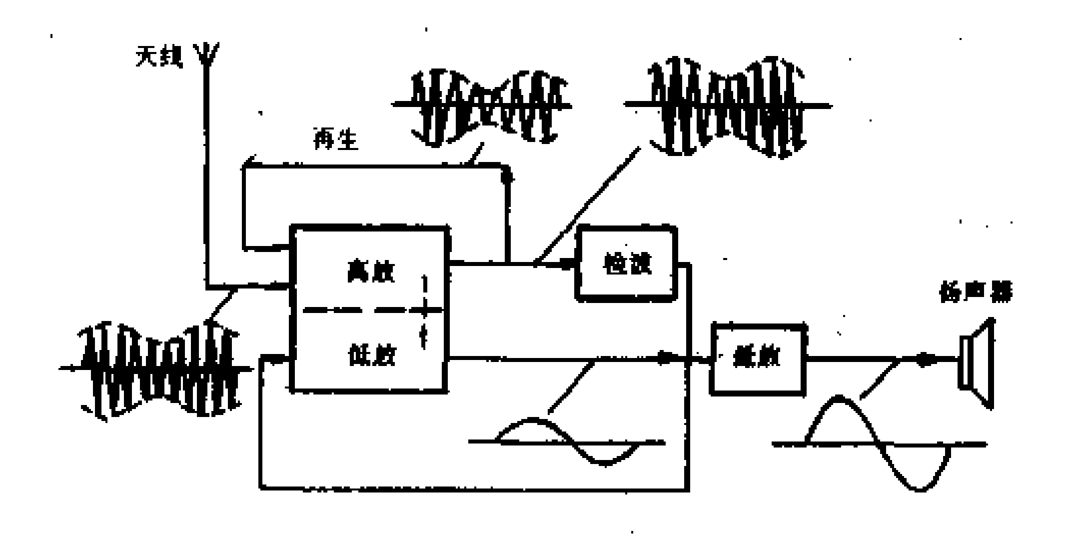



图 1-6

## 三、超外差式收音机电路结构

直接放大式收音机(高放、再生、来复式)虽然比直接检波式收音机完善得多,但仍有很大的缺点——灵敏度及音质不能提得很高.它受到几个因素的制约:(1)为了提高灵敏度,高放级数就要增多,而高放级一般都得采用调谐式放大器,否则选择性就会变差,因而调谐回路也要增加。这些调谐回路的调谐频率又都要求是可变的,而且要同步(即随时都要调谐于同一频率),这给工艺上带来很大的困难;(2)即使所有调谐回路都能作到同步调谐,由于放大的频率很高(对短波收音机来说约为 2～26.1MHz,对中波收音机来说也达 525～1605kHz),各级间难免有所耦合,很易形成自激振荡,破坏正常接收;(3)由于调谐回路多,总的谐振曲线将变得很窄,影响通频带,使音质变坏。

以上所述是直放式收音机的根本缺陷,故现代收音机已不再采用这种方式,而代之以超外差式。超外差式收音机方框图见图 1-7。

由图 1-7 可见,超外差收音机结构上的主要特点是在选

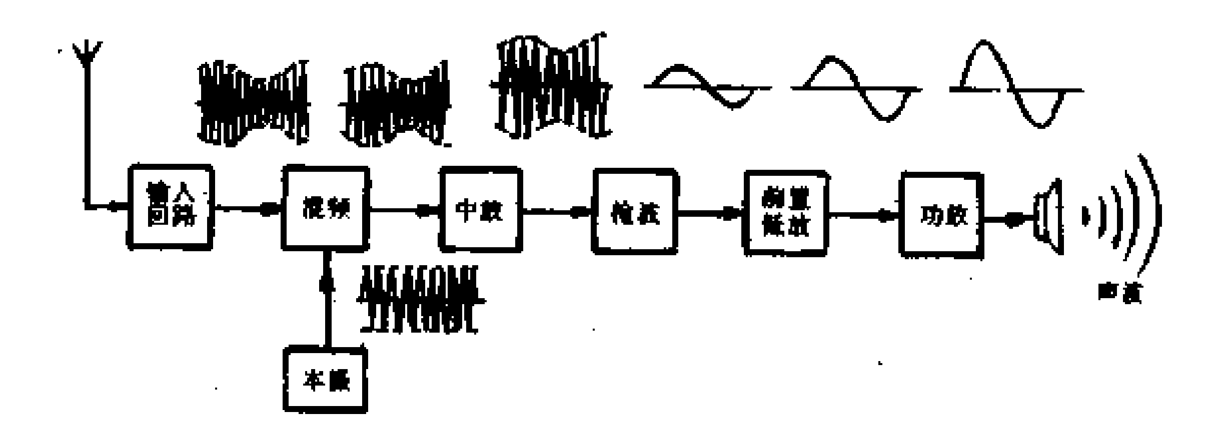



图 1-7

择电路(即输入回路)或高频放大器与检波器之间插入了一个变频器和一个中频放大器。变频器的作用是把外来已调制的高频信号的载频变为另一个频率的信号(其频率通常低于原来的载频频率),但不改变其包络形状,即不改变其调制信号。这一改频后的已调制信号叫做中频已调信号,简称中频信号。

变频器在变频过程中还有一个很重要的任务:它不管输入的高频信号频率如何,经它变频后一律成为一个频率固定的中频信号,我国规定中频为 465kHz。

中频放大器(简称中放)的作用:一是放大变频器送来的中频信号,使放大后的信号满足大信号检波器的要求;二是提高整个收音机的选择性,并保持足够的通频带。由于中频的高低可以根据设计者的要求来决定,且是固定不变的,故中频放大器比较容易满足上述两项要求。

另外,由于中放工作于固定频率,所以它的调谐电路可以做得较为理想,例如可以用多级调谐回路,甚至可采用晶体滤波器等。

由于中频固定,其频率比已调信号的载频要低。因此,中放的增益可以做得较大,工作也比较稳定,通频带特性也可做

得比较理想。使检波器能获得足够大的信号，从而使整机输出音质得到改善。

总之，超外差式收音机的优点是：灵敏度高，选择性好，音质好。但其所需元件多，制作和调整较前者复杂。其缺点是"镜像干扰"、"假响应"和"中频干扰"。

## 四、集成电路收音机电路结构

### （一）多片集成电路收音机的电路结构

多片集成电路收音机，是指每片集成块只包含收音机电路的某一部分，经多块集成电路组合并配上外围元件而成。一般多片集成电路收音机是由如图 1-8 所示的方框图构成的，它由两块、三块或三块以上集成电路构成，如图中虚线所示。例如：方框①由 SL315 或者 CF043 担任变频、中放；方框②和③可以由 SL34 或者 CF039 组成一个完整的低频放大器。这样便可以用两块集成电路构成一台收音机。方框②也可由 SL30 担任前置低频放大和音调控制，而方框③则由 SL37 担任功率放大器。这样就可由三块集成电路构成一台完整的收音机。

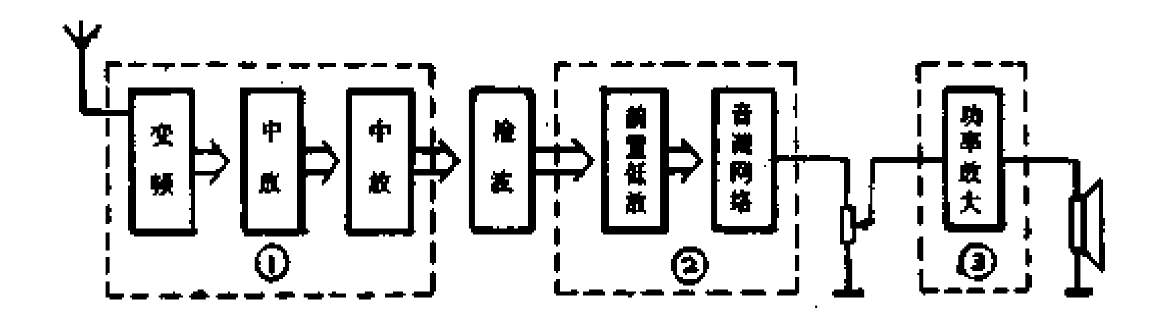



图 1-8

### （二）单片集成电路收音机的电路结构

单片集成电路收音机是指由一块集成电路加上外接元件

组成的收音机。即用一块集成电路(如ULN-2204、TDA1083、YR60等)完成调幅、调频收音机的全部功能。因此,单片收音机较多片收音机更为先进。

图1-9是ULN-2204的内部结构方框图。由图可知,它包括了调幅收音机从变频、中放、检波到低频放大的全部功能,用这样一块集成电路,加上少量元件即可组成一台完整的调幅收音机。

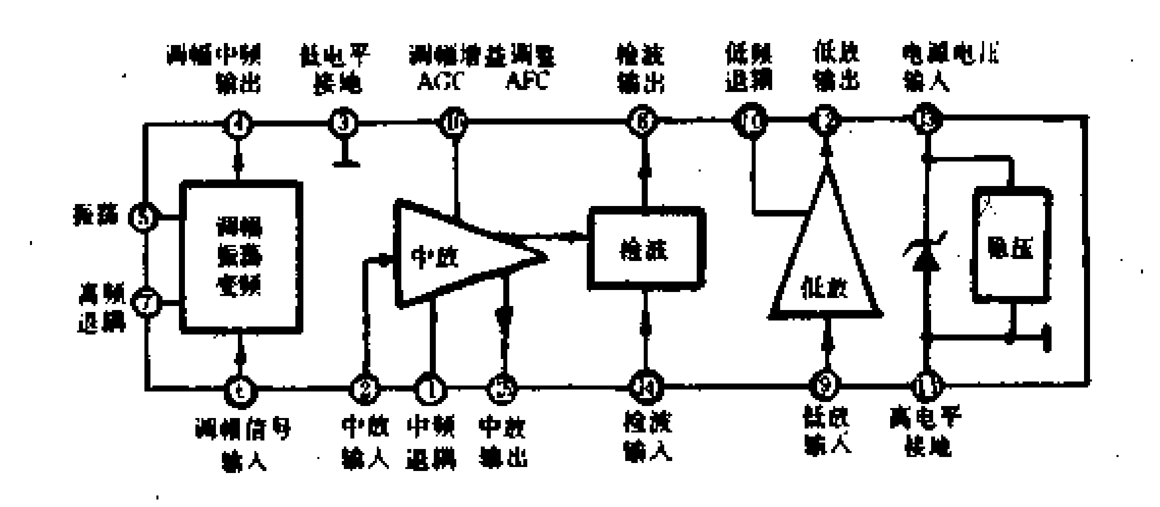


图1-9

有关多片集成电路收音机和单片集成电路收音机的工作原理,将在本书第四章作详细介绍。

# 第二章　集成电路收音机的特点及性能

## 第一节　集成电路及特点

### 一、集成电路

集成电路是50年代末60年代初发展起来的新型电子器件。早期的集成电路是在一块硅单晶片上制出多个元件来，通过连线，把它们构成一个具有一定功能的电路。自集成电路问世起，就以其多功能、小型化而显示出巨大的生命力，并在30多年的时间里获得飞速发展。现在的集成电路，无论在工艺水平、电路多功能和高集成度等方面均已达到十分先进的水平。

集成电路是相对分立元件和分立电路而言的，所谓集成电路，就是采用半导体工艺或厚膜工艺，将组成电路的有源器件（晶体管、二极管）、无源元件（电阻、电容）以及它们之间的有关连线等，一起制作在一块半导体或绝缘基片上，组成结构紧密联系的整体电路。

按每块芯片上的集成度（元器件数量多少）来分，可分为小规模集成电路SSI（每块芯片上集成几十个元器件）、中规模集成电路MSI（每块芯片上集成几百个元器件）、大规模集成电路LSI（每块芯片上集成几千个元器件）、超大规模集成电路VLSI（每块芯片上集成十万个以上的元器件）和混合大规模集成电路。

按其制作工艺来分，可分为半导体集成电路、厚膜集成电路和混合集成电路。

按其功能性质来分，可分为数字集成电路、模拟集成电路和微波集成电路。

按结构制造方法的不同，可分为双极性集成电路、金属-氧化物-半导体(MOS)集成电路、厚膜集成电路。

按外型的不同，可分为帽式集成电路、扁平式集成电路、双列直插式集成电路。

按功能的多少，可分为通用集成电路和专用集成电路。

**二、集成电路的特点**

1. 集成电路是一种具有电路功能的器件。我们知道，一般晶体管电路由一些独立、分散的元器件构成，在装配时通过导线连接才具有电路功能。当选用元器件的种类、数量和搭接方式不同时，电路所具有的功能也不同。而集成电路，已用集成的方法把构成电路的部分或大部分元器件及其连线做在器件内部了，所以器件本身已具有电路功能(尽管还要外接少量元器件)。此外，由于电路集成化的原因，一旦器件设计、制作完毕，它的功能就能以特定形式固定下来，供专门使用，非常方便。尤其是收音机专用集成电路，它的专用性更强。

2. 集成电路内部采用密集型微电路结构，不仅体积小，重量轻，而且功能很完善。分立器件电路是由电阻、电容、晶体管、二极管等宏观元器件构成的，它们的体积大、重量重，受整机条件限制，不允许把电路设计得较复杂，电路功能因此也不可能很完善。而用现代化半导体工艺方法制作的集成电路，因内部元器件具有高密度的特点($1cm^2$ 硅片上可制成几十、几百以至几万个元器件及其电路)，故体积小、重量轻，而且允许用较多的元器件把电路设计得很完善，具有多种功能。一块集成电路中包含的元器件多少称为集成度。集成度越高，功能就越多，相对来说体积就越小。

3. 集成电路的制造工艺，决定了构成其内电路的许多元器件不同于一般分立电路的元器件，同时也决定了它还必须要有一些外接元件。

分立元器件电路中所使用的 NPN 型或 PNP 型晶体管都是纵向晶体管。集成电路中的 NPN 管也按平面工艺做成纵向晶体管，而 PNP 型管则做成发射区-基区-集电区沿芯片平面方向（横向）分布的横向晶体管，电流从发射极到集电极沿横向流动。这种管子，按制作 NPN 型管基区流程制出，制作简单。但因这种管子特征频率（$F_T$）和 $\beta$ 值都不高，故多与 NPN 型管组合使用，以取长补短。集成电路中的二极管是将制成的三极管多电极适当连接而构成的。集成电路中的电阻是在做晶体管时同时做出的，阻值在 100Ω～20kΩ 左右，扩散电阻阻值较小，阻值更大的采用沟道电阻；电阻阻值过大占用硅片面积增大，故多采用外接方式。集成电路中电阻误差较大，设计电路时常把电路参数设计得与电阻阻值成比例。集成电路中的电容有 PN 结电容（十几皮法到几十皮法）、MOS 电容（几十皮法）和氧化硅薄膜电容（每平方毫米硅片最大能做到 1000pF）三种，大电容也采用外接方式，故集成电路中广泛采用直接耦合电路。集成电路不能制造电感元件，电感元件也需外接。总之，在集成电路中要少做电阻，并尽量避免使用电容器，以减少所占硅片面积，提高集成度。此外，集成电路中各元件之间多采用 PN 结隔离法绝缘。对于高频电路来说，因 PN 结电容会降低隔离作用，所以采用二氧化硅隔离法和空气隔离法，这也就是它独有的特点。

4. 集成电路中采用了与一般分立器件电路不同的一些有特色的电路形式。这些基本单元电路是：

（1）采用各种形式的镜像恒流源电路。例如用恒流源作放

大器偏置电路或负载等。

(2)采用多种基准电压形式和具有温度补偿的内部稳压源电路。

(3)采用多种形式直流电平偏移电路，用以限制因多级直耦放大引起的直流电平的升高。

(4)大量使用差分放大器和双差分放大器。

(5)采用模拟乘法器电路来实现许多非线性变换，如检波、鉴频、鉴相和同步解调等。

(6)采用多种形式的增益控制电路。如利用改变电流分配比来改变增益(分流式 AGC)，利用改变差分放大器工作电流来改变增益和利用改变差分放大器射极负反馈电阻来改变增益(减生 AGC)等。

5. 集成电路使用方便，可靠性高，寿命长，成本低。

## 第二节　集成电路收音机的诞生及特点

### 一、集成电路收音机的诞生

虽然集成电路已有 40 年历史了，但作为收音机专用的集成电路是 70 年代末 80 年代初才出现的。最初的集成电路收音机，由几块集成电路加上外围元件构成。这几块集成电路分别完成变频、中放、检波、低放、功放等功能。如我国南京无线电厂生产的熊猫牌 H73-2 型袖珍式收音机，就是采用六块厚膜集成电路组装而成。进口收音机中也有采用多片集成电路组成的(参见图 4-12)。有关多片收音机用集成电路将在下一章作具体介绍。

1982 年，日本东芝公司首先推出单片调幅收音机集成电路 TA7641BF，创造了除电感之外，包括退耦电容，15 个元件

就能完成从天线输入到扬声器负载的全部功能，不用晶体三极管就能制作出收音机。收音机用的集成电路的出现，无疑是收音机电路的又一次革命，又一次的更新换代。1987年，日本东芝公司生产出了调频调幅单片集成电路，它使单片集成电路收音机的电路更趋于完善，类型更加多样，结构更加简单。

**二、集成电路收音机的特点**

集成电路收音机是以集成电路为核心，配上外围电路组成的。集成电路收音机按其收听性能可分为调幅机、调频机、调幅/调频机三类。按其集成程度可分为单片机（又称全集成机，收音机的全部功能电路都集成在同一片集成电路内，再加上少量的必要的外围元器件，即构成完整的收音机）、多片机（又称分段集成机，将收音机电路分段采用若干片集成电路，再加上外围元器件，构成收音机）。

集成电路收音机具有如下特点：

1. 组装简便。集成电路收音机所用元器件少，组装工艺简单，工厂的生产周期短，个人组装也较容易。

2. 可靠性高。由于集成电路收音机所用元器件少，焊接点相应地也少，这样使故障率降低，可靠性提高。

3. 一致性好。集成电路的性能较一致，故使生产的同型号收音机的一致性也好。

4. 集成电路在设计制造时采取一定的措施，使其性能优良，这就使集成电路收音机的温度特性、保真度、灵敏度、抗干扰能力等性能指标较好。

5. 调试简便。整机除了作中频调整和三点统调外，不需调整电路的工作点，功放电路一般也无需调整。因此，只要元器件性能良好，焊接无误，无虚焊连焊，组装后即能正常收听。

6. 体积小，重量轻，便于携带。

7. 集成电路收音机的附加功能较多。例如，有的附加助听功能，适合老年人和耳疾患者；有的附加自动选台功能，可预选节目；有的附加频率显示功能；有的附加有时间显示功能等。

## 第三节　集成电路收音机的性能指标

收音机的性能指标，是衡量收音机的质量标准、确定收音机等级的主要依据。一般在收音机的使用说明书上都列有主要的性能指标，在维修时应尽量使收音机达到原有的指标。现将有关主要性能指标及其含义予以简单介绍。

### 一、集成电路收音机的一般性能

(一)频率范围

频率范围也叫波段覆盖，一般简称波段，它决定收音机能收听哪些广播电台。

该指标对收音机的要求：(1)可调谐到给定波段内的任一频率；(2)在调到波段内任一频率时，其主要指标(灵敏度、选择性等)都符合技术要求。一般收音机频率范围为：中波 525～1605kHz；短波 2.3～26.1MHz，有的收音机有几个短波段，大都在 3.9～30MHz 之间。中波收音机能接收所设波段频率范围，实际为 550～1600kHz。但为了保证对这一波段内各广播电台的接收，其实际工作频率范围就必须稍宽些(如中波的 525～1605kHz)，否则就容易漏掉波段边沿的广播信号。短波的频率范围很宽，约为 2～30MHz。一般附有短波的普及型收音机，只能接收短波中的一小段，较高级收音机的短波段则通常是采用分段接收的方法(通常可分为 3～9 个波段)，使接收范围增宽。

在一个波段内频率范围的高端和低端的比，叫做"波段覆盖系数"，简称"频率覆盖"。例如中波的波段覆盖系数为1605/535=3。这个系数必须适当，中波一般等于3，短波段也不要大于3。系数太大，则很难使各项技术指标在整个波段内达到要求。

(二)中频频率

中频频率是超外差收音机的一项特有指标，它是中频放大器的工作频率。我国规定中频频率为465kHz。但要准确调整到465kHz而丝毫不差，则相当困难，所以技术指标允许稍有偏差，一般为465±4kHz。这种偏差应越小越好。因为偏差较大，很容易引起许多故障，如灵敏度降低、选择性变劣和产生自激等。

(三)灵敏度

灵敏度是表示收音机接收微弱信号的能力，它的定义是：当收音机输出功率为规定的标准功率(通常为标准额定功率的十分之一，或其它规定值)时，在输入端(即天线端)所需要的信号强度或场强。信号强度以μV计算，场强以mV/m计算，其数值越小，说明灵敏度越高。

灵敏度又有最大灵敏度和信噪比灵敏度之分。当收音机各级增益都调到最大值时，为了在收音机输出端取得规定的标准功率，其输入端所需要的信号强度或场强，就称为最大灵敏度。信号噪声比(简称信噪比)灵敏度(或实际灵敏度)则表示在规定输出信噪比的条件下，收音机接收微弱信号的能力。也就是当输出信号的信噪比为某一定值时，为了在输出端取得规定的标准功率，在输入端所需的信号强度或场强，如规定输出信噪比为3(6dB信噪比灵敏度)或输出信噪比为10(20dB信噪比灵敏度)等。

(四)选择性

收音机的选择性是表示它在许许多多的外来信号与干扰中间选取有用信号的能力。我们知道,收音机调谐在某一电台频率时,输出信号应当达到额定值。如果另有一个干扰频率与我们接收的电台频率相距很近,那么收音机对它应当有较大的衰减,才能保证正常收听。这说明收音机对于要接收的信号和邻近的干扰信号放大倍数是不同的,这两个放大倍数相差越大,收音机的选择性越高。一般情况下,选择性约为20~30dB就不错了,过低了会造成"串台",过高了会使音质变坏,造成"夹音"。

选择性通常是在输出为标准功率条件下,用偏调干扰输入电压与调谐输入电压之比的分贝值来表示,分贝值越大,选择性就越好。我国规定偏调±9kHz来测定,中波段的测量点定在1000kHz附近,用输入信号左右失谐9kHz时的相对衰减来衡量。例如,1000kHz与1009和991kHz时所测的比值,用分贝表示,即为选择性。

(五)假象抑制和中频抑制

假象抑制亦称镜像抑制,是指超外差式收音机抑制高于(或低于)信号频率两倍中频频率的假象干扰的能力。它是在输出为标准功率时,假象干扰输入电平与接收信号的实际灵敏度(20dB信噪比)电平之比,单位为分贝(dB)。分贝值应越大越好。

中频抑制是指收音机抑制中频干扰的能力。它是在输出为标准功率时,中频干扰电平与接收信号的实际灵敏度(20dB信噪比)电平之比,用分贝表示。同样,分贝值越大,抑制中频干扰的能力就越强。

(六)失真度与输出功率

收音机的输出信号波形应与输入信号波形相互一致，如果不一样，说明收音机出现了波形失真。收音机这一指标是用来衡量输入信号（波形或频率）经过放大后所失去的真实程度。失真度小的收音机，音质优美动听；失真度大的听起来有闷塞、嘶哑、很不自然的感觉；失真严重的听起来就完全失去了原来讲话或乐曲的音调，十分难听。由此可见，收音机的失真度越小，说明它的保真度（逼真度）越高。

一般的半导体收音机，对 400 周以下的低频端失真度较大，对 400 周～3000 周的高频端失真度较小，所以一般要求高频端失真小于 10%，低频端失真小于 15%。

收音机的输出功率一般分为最大输出功率、不失真输出功率和额定输出功率等三种表述方式。

最大输出功率：是将收音机音量开到最大且不考虑失真因素时测得的输出功率。

不失真输出功率（或最大有用功率）：是指输出中谐波不大于规定的标准数值时的最大输出功率。

额定输出功率：是指收音机保持在一定的失真范围内时的输出功率。通常是指在输出信号为正弦波且频率为 1kHz 或 400Hz 时，其失真度为 10%时的输出功率。收音机的额定输出功率与机箱体积、喇叭和电池容量有关，一般台式大些，便携式小些，袖珍式及微型更小。通常以毫瓦（mW）、瓦（W）或伏安（VA）为单位。

（七）频率响应

收音机的频率响应（或称频率特性），是指收音机对从天线输入的不同频率的调制信号在输出端的幅度响应。国家规定，特级台式收音机的整机频率特性不窄于 60～6000Hz，一级台式机不窄于 80～4000Hz，二级便携式机为 200～

3000Hz，三级便携式机为 300～3000Hz。

(八)电源消耗

收音机的电源消耗，是以静态(无信号)时电流不大于某规定值，以及在额定输出时电流不大于某规定值来表示的。一般要求静态时电流尽量小，以节省用电。在大信号的条件下，也要求在尽量小的电流下能得到较大的不失真输出功率。对于采用小容量电池的收音机来说，这项指标就尤为重要。

评定收音机质量好坏的指标，还有低压性能、稳定性、自动增益控制特性、中频波道衰减、假象波道衰减等，这里不再赘述。

## 二、集成电路收音机的主要指标

(一)频率范围

中波波段　525～1605kHz

调频波段　88～108MHz

(二)中频频率

中波波段　465kHz

调频波段　10.7MHz

(三)灵敏度

中波波段　200～400μV/m(信噪比为 20dB)

调频波段　2～5μV(信噪比为 30dB)

(四)选择性

中波波段　±10kHz 时约－25dB

调频波段　－6dB 通频带时约 220kHz

(五)中频选择性(抑制比)

中波波段　600kHz 时约 60dB

调频波段　90MHz 时约 85dB

(六)镜像选择性(抑制比)

中波波段 1400kHz 时约 50dB
调频波段 106MHz 时约 30dB
(七)自动增益控制(AGC)
中波波段 40～50dB
调频波段 40～50dB

# 第三章 收音机常用集成电路

## 第一节 多片收音机常用集成电路

多片收音机由几块功能各异的集成电路组合而成。根据不同功能，其内部集成了相应的电路。

多片集成电路收音机常用的集成电路有：混频、中放集成电路，中频放大集成电路，调幅、调频中放加调幅变频集成电路，调幅、调频中放加 FM 电平计及调谐指示驱动集成电路，除调频头外包括调幅变频、中放、检波、调频中放、鉴频及调谐指示驱动集成电路，低频放大集成电路，立体声解调集成电路，集成化调频头等。

用于多片收音机的集成电路较多，不可能一一介绍，下面仅介绍一些较常用的集成电路。

### 一、AN7000

AN7000 是日本松下公司生产的多功能集成电路。其内部电路包括：FM 中放电路，FM 鉴频电路；PLL、FM 立体声多路传输解调；AM 高放、本振、混频电路；FM 电平计驱动电路，FM 静调谐电路。

该集成电路采用 28 脚双列直插式带散热片塑料封装。其特点是：(1)集成功能多；(2)用内部衰减电路减弱偏离调谐状态时的噪声；(3)由于 FM 电平计驱动电路的改进，FM 接收电平指示稳定；(4)AM 输入过大和 FM 过调制特性得到改进；(5)温度特性好。AN7000 内部电路方框图见图 3-1。

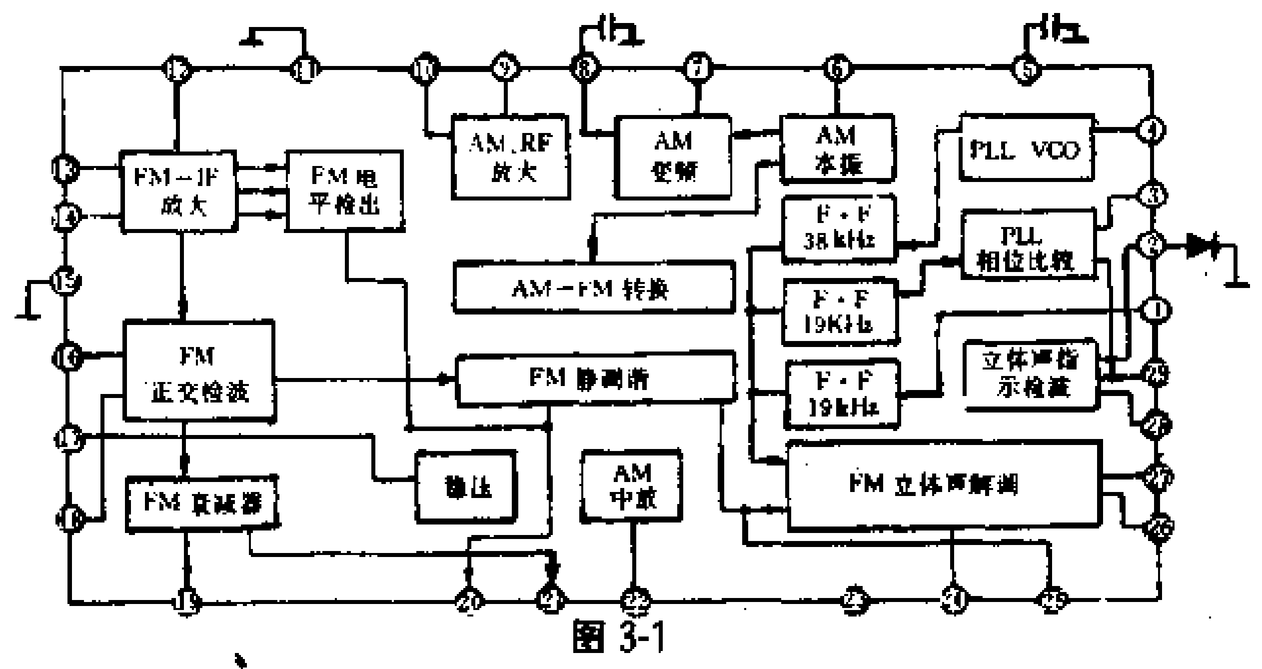



图 3-1

AN7000 各引脚功能是：(1)脚 19kHz 导频端；(2)脚、(28)脚立体声指示检波；(3)脚 PLL 相位比较；(4)脚 PLL、VCO；(5)脚旁路；(6)脚 AM·本振；(7)脚 AM 变频；(8)脚旁路；(9)、(10)脚 AM、RF 放大；(11)脚接地；(12)、(13)、(14)脚 FM-IF 放大；(15)脚接地；(16)、(18)脚 FM 正交检波；(17)脚稳压电源；(19)、(21)脚 FM 衰减端；(20)脚 FM 静调谐；(22)脚 AM 中放；(23)脚空脚；(24)、(25)、(26)、(27)脚 FM 立体声解调。

二、AN7156

AN7156 是日本松下公司生产的立体声双功率放大集成电路。其增益为 54dB，Vcc 为 13.2V 时，用 4Ω 负载，输出 5.3W×2(失真度为 10%)。AN7156 的体积为 22.5×30×4.7(mm)。

该集成电路采用 12 脚单列带直插式散热片塑料封装。其内部电路方框图见图 3-2。

AN7156 的各引脚功能是：(1)脚电源电压；(2)脚输出 2；(3)脚接地；(4)脚退耦；(5)脚输入 2；(6)脚自举 2；(7)脚自举

1;(8)脚输入 1;(9)脚退耦;(10)脚接地;(11)脚输出 1;(12)脚滤波。

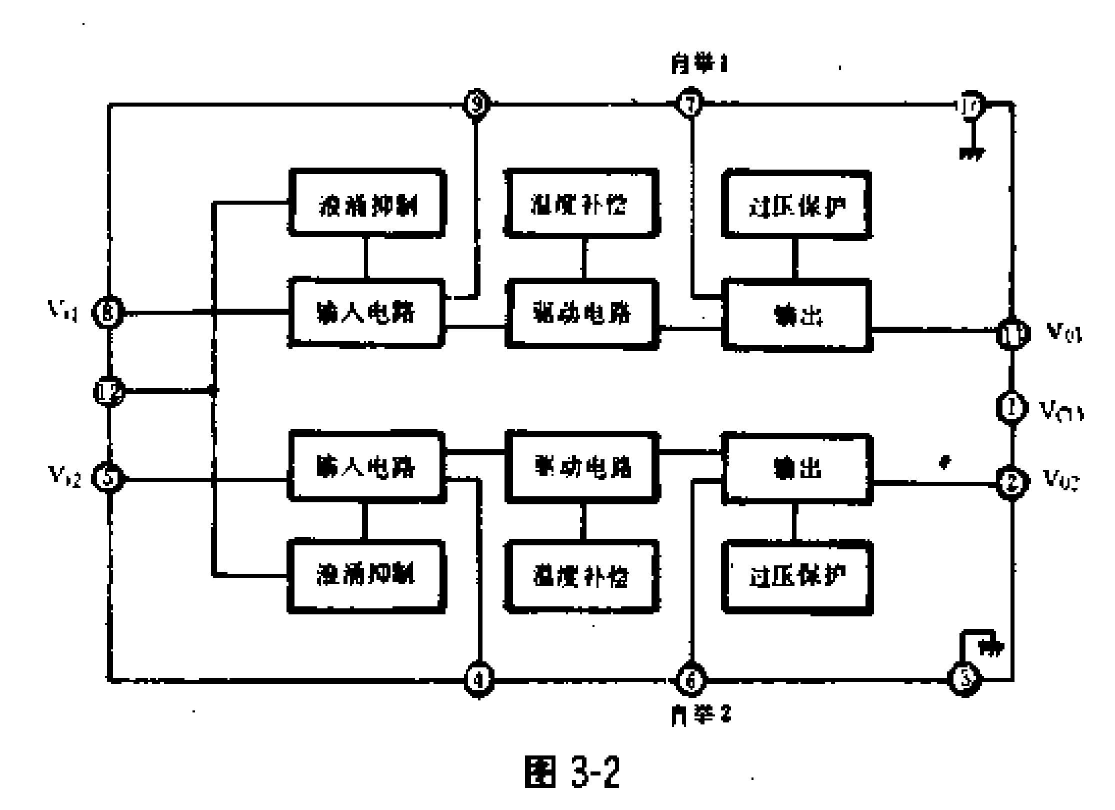



图 3-2

## 三、AN7216

AN7216 是日本松下公司生产的调频调谐器集成电路。采用 8 脚单列直插式塑封结构,工作电压范围 2～7V。该集成电路由高频放大、变频和本振电路组成。

AN7216 的内部电路方框图见图 3-3。

AN7216 各引脚功能是:(1)脚 FM 高频输入;(2)、(3)脚电源稳压;(4)脚选频;(5)脚接地;(6)脚混频输出;(7)、(8)脚振荡器。

## 四、AN7220/AN7221

AN7220/AN7221 是日本松下公司生产的调频/调幅收音机用集成电路。两者管脚功能、性能一样,只是管脚结构有差异;AN7220 采用 18 脚双列直插式塑料封装结构,AN7221

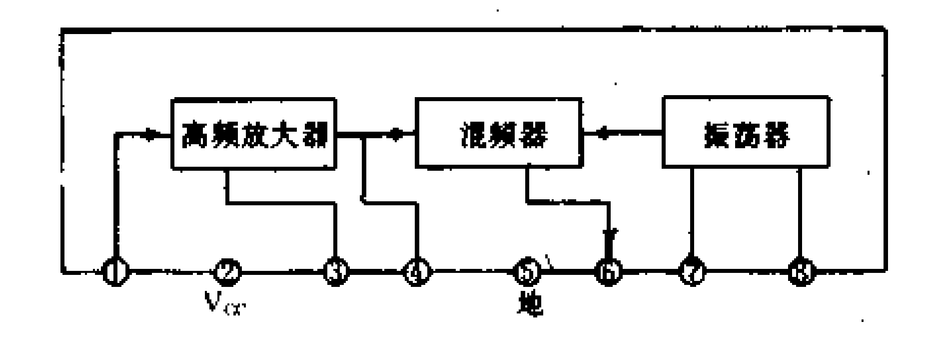



图 3-3

采用 18 脚双列直插扁平塑料封装结构。该集成电路的 AM 部分是由混频、本振、中放检波、音频放大电路组成；而 FM 部分由中放、检波电路组成。

AN7220/AN7221 的内部电路方框图见图 3-4。

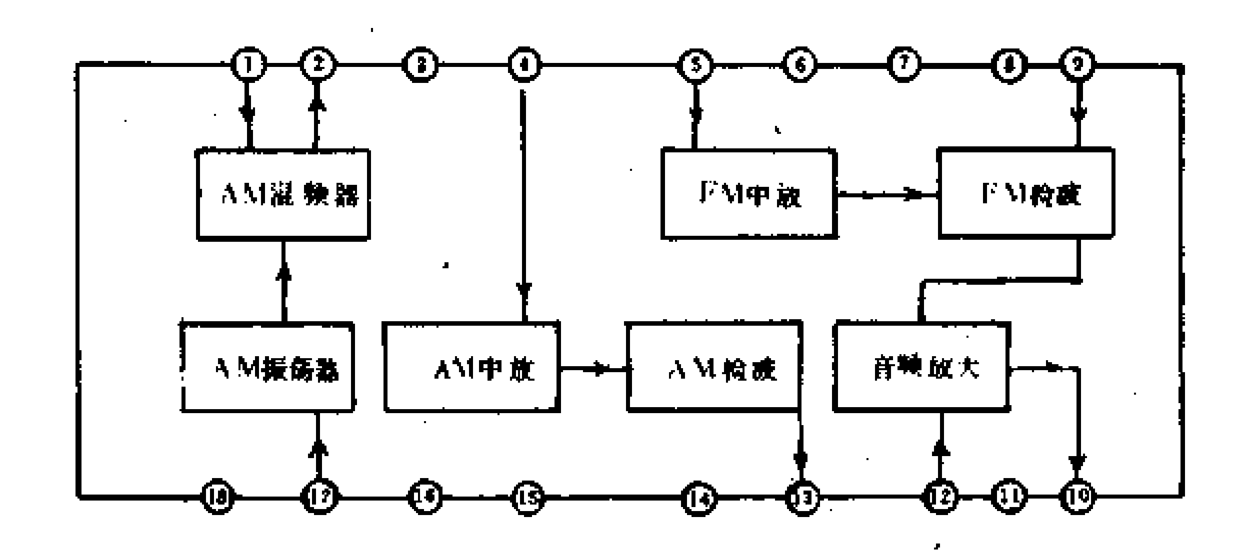



图 3-4

AN7220/AN7221 的各引脚功能是：(1)脚 AM-RF 输入；(2)脚 AM 混频输出；(3)脚 Vcc(AM)；(4)脚 AM-IF 输入；(5)脚 FM-IF 输入；(6)脚 IF 旁路；(7)脚 IF 旁路；(8)脚接地；(9)脚 FM 检波线圈；(10)脚音频输出；(11)脚 Vcc；

(12)脚 AM 音频放大输入;(13)脚 AM 检波输出;(14)脚调谐指示器;(15)脚 AGC 输入;(16)脚接地(AM);(17)脚 AM 本振;(18)脚 AGC。

用 AN7220/AN7221 组装的收音机,具有外接元器件数量少、功耗低、工作电源电压低、FM 和 AM 采用普通中频放大器等特点。

五、AN7223

AN7223 集成电路是日本松下公司生产的包括调幅高放、调幅混频、调幅本振、AGC 电路、调幅检波、调幅/调频共用中放、调频中放、鉴频中放、调频调谐静噪、电平指示、音频前置放大等电路。该集成电路采用 18 脚双列直插式塑料封装,图 3-5 是其内部电路方框图。

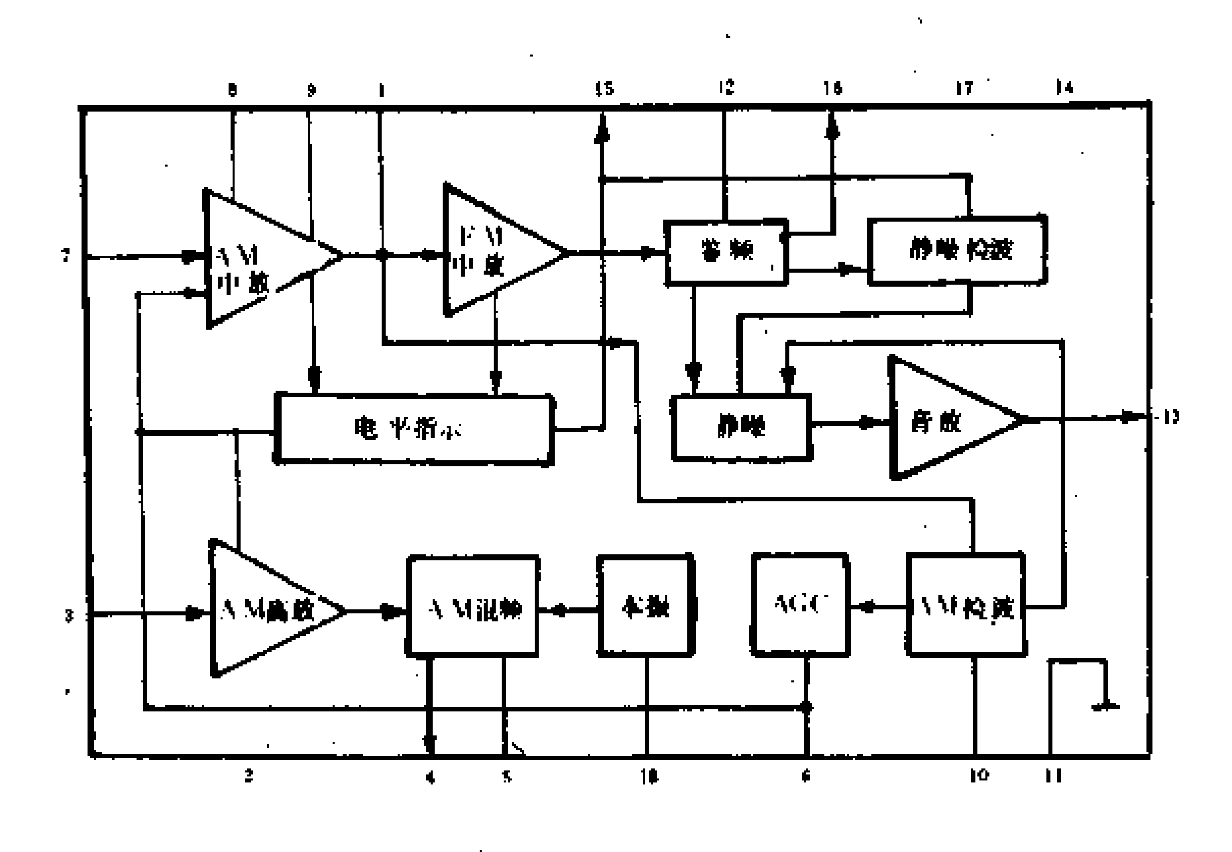



图 3-5

AN7223 的各引脚功能是：(1)脚调频中放输入端；(2)脚调幅电路电源；(3)脚调幅高频输入端；(4)脚调幅混频输出端；(5)脚调幅混频旁路；(6)脚 AGC 电路；(7)脚调幅中放输入；(8)脚调幅中频旁路；(9)脚偏置电路；(10)脚调幅检波旁路；(11)脚接地；(12)脚鉴频谐振电路；(13)脚音频输出端；(14)脚电源；(15)脚电平指示表；(16)脚 AGC 输出；(17)脚参考电压；(18)脚调幅本振电路。

AN7223 的使用电压范围为 3～8V，典型电源电压为 5V，静态工作电流为 14mA，调频限幅灵敏度为 170μV，静噪灵敏度为 300μV 左右，鉴频输出电压约为 100mV。

## 六、CA3123E

CA3123E 是美国无线电公司生产的调幅混频、中放集成电路，采用 14 脚双列直插式塑料封装结构。其内部电路包括有振荡、混频、高放、AGC、中放。图 3-6 是其内部电路方框图。

CA3123E 的各引脚功能是：(1)脚混频输入；(2)脚振荡；(3)脚电源电压；(4)脚混频旁路；(5)脚 AGC 驱动；(6)脚中频输出；(7)脚中频输入；(8)脚中放接地；(9)脚射频接地；(10)脚 AGC 电路；(11)脚射频旁路；(12)脚射频输入；(13)脚射频输出；(14)脚混频输出。

## 七、HA11251

HA11251 集成电路是日本日立公司生产的，包括调频中放、调频乘积检波、调频调谐指示驱动电路、自动频率控制、音频前置放大、调幅中放、AGC 电路等功能。采用 16 脚双列直插式塑料封装，电源电压为 3.5～9V。图 3-7 是其内部电路方框图。

HA11251 的各引脚功能是：(1)脚调频中频输入；(2)脚调频中频旁路；(3)脚调频直流偏压；(4)脚调频电源；(5)脚接

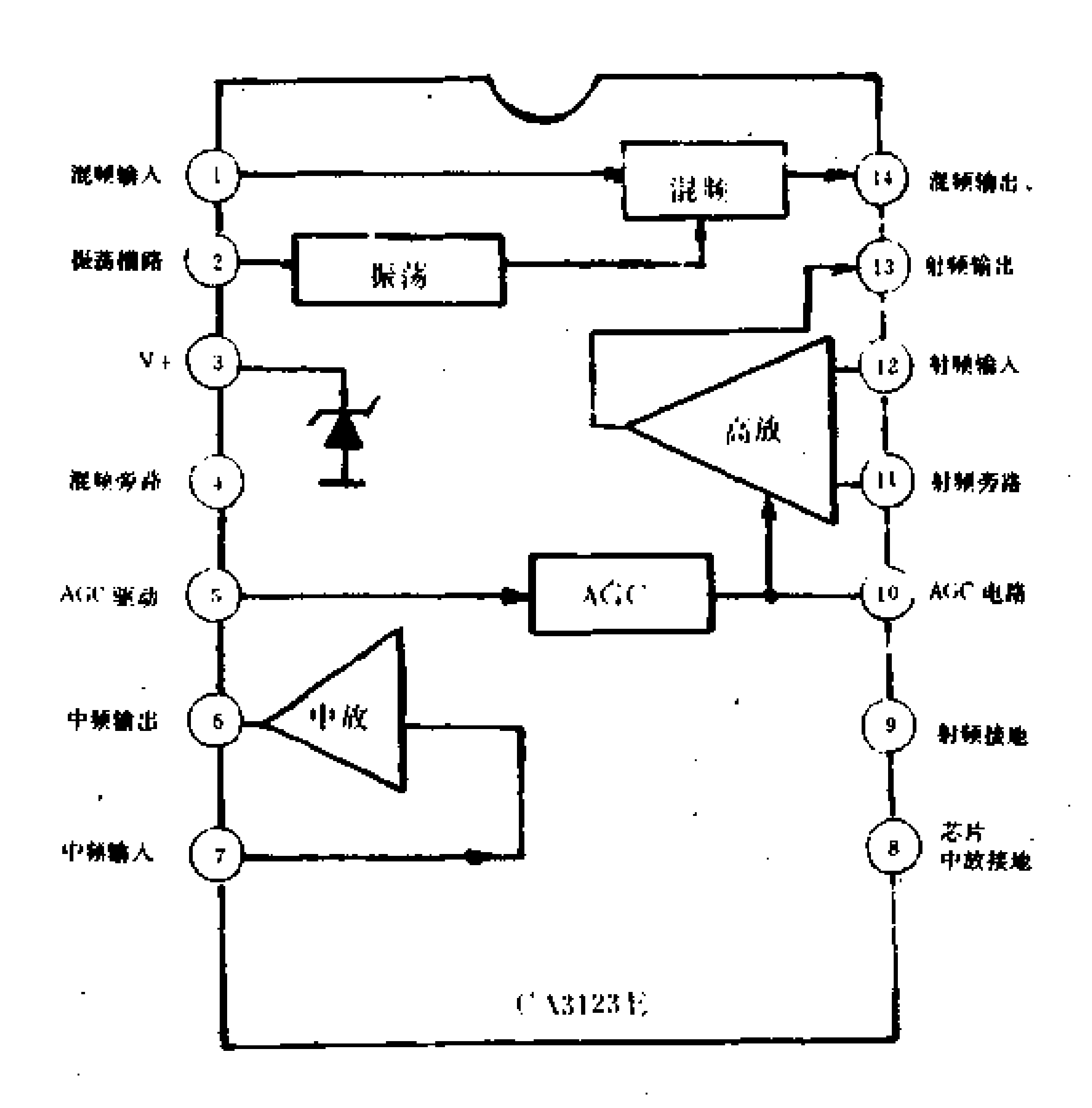
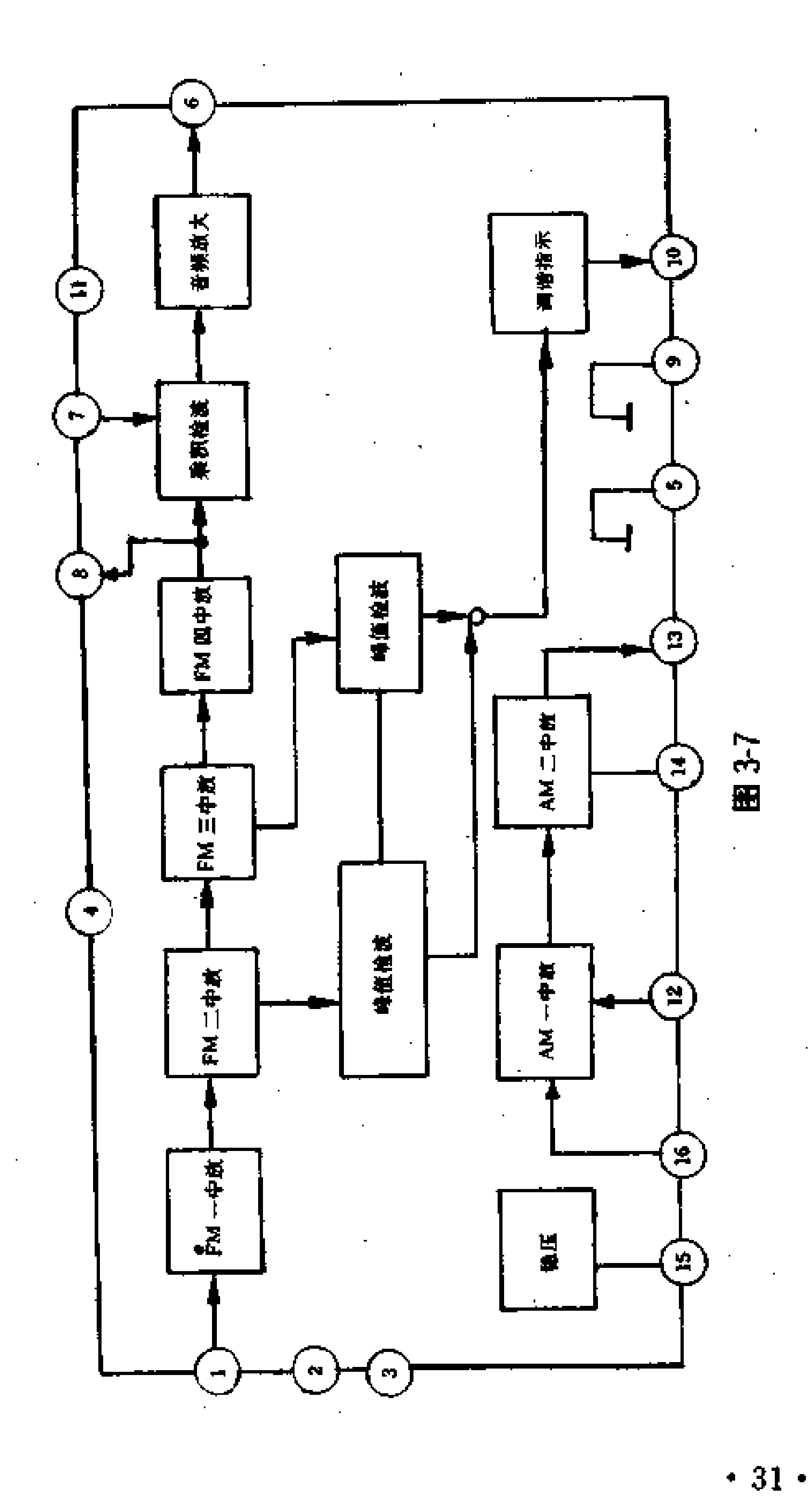



图 3-6

地;(6)脚音频输出;(7)脚调频移相中频输入;(8)脚调频中频输出;(9)脚接地;(10)脚调频调谐指示;(11)脚电源;(12)脚调幅 AGC 输入;(13)脚调幅中频输出;(14)脚调幅中频旁路;(15)脚稳压;(16)脚调幅中频输入。

HA11251 的特点是:调频、调幅中放灵敏度高,噪声小,并分别具有 AFC 和 AGC 功能,鉴频电路只用一只调谐线圈,输出电压可调,调幅部分 AGC 控制范围可达 58dB。



FM 一中放
FM 二中放
FM 三中放
FM 四中放
鉴频检波
音频放大
峰值检波
峰值检波
调谐指示
AM 一中放
AM 二中放
稳压
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16


图 3-7

## 八、LA1201(FD301、FY1201、XG1201、SF1201)

LA1201 是日本三洋公司生产的中频放大集成电路，包括 4 个独立的中放电路和稳压电源。采用 14 脚双列直插式塑料封装。图 3-8 是内部电路方框图。

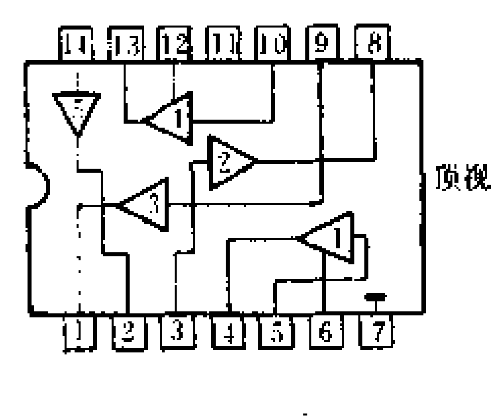



图 3-8

其中 1 为第一调幅、调谐公用中放；2 为第二公用中放；3 为调幅三极管检波，也可作为调频中放，它的三极管基极并有一只二极管，呈微导通状态；4 专作调频限幅中放，它的输入、输出阻抗高，内反馈小，不易自激；5 为稳压电源，向 1、2、3、4 部分供电。LA1201 的特点是：四级放大器分别独立，功率损耗较小(AM 为 21.5mW，FM 为 34mW)，增益较高，具有优良的 AGC 特性，并可由 2 脚引出稳定电压。

LA1201 的各引脚功能是：(1)脚放大电路 3 输出；(2)脚稳定电压输出；(3)脚放大电路 2 输入；(4)脚放大电路 1 输出；(5)脚放大电路 1 输入；(6)脚放大电路 1 中频旁路；(7)脚接地；(8)脚放大电路 2 输出；(9)脚放大电路 3 输入；(10)脚放大电路 4 输入；(11)脚接地；(12)脚放大电路 4 中频旁路；(13)脚放大电路 4 输出；(14)脚稳压电源。

## 九、LA1210

LA1210 集成电路是日本三洋公司生产的，包括调频中放、鉴频、调幅中放、信号指示、稳压电路等功能。采用 16 脚双列直插式塑料封装。电源电压为 3～8V。图 3-9 是其内部电路方框图。

LA1210 各引脚功能是：(1)脚调频中放输入端；(2)脚调

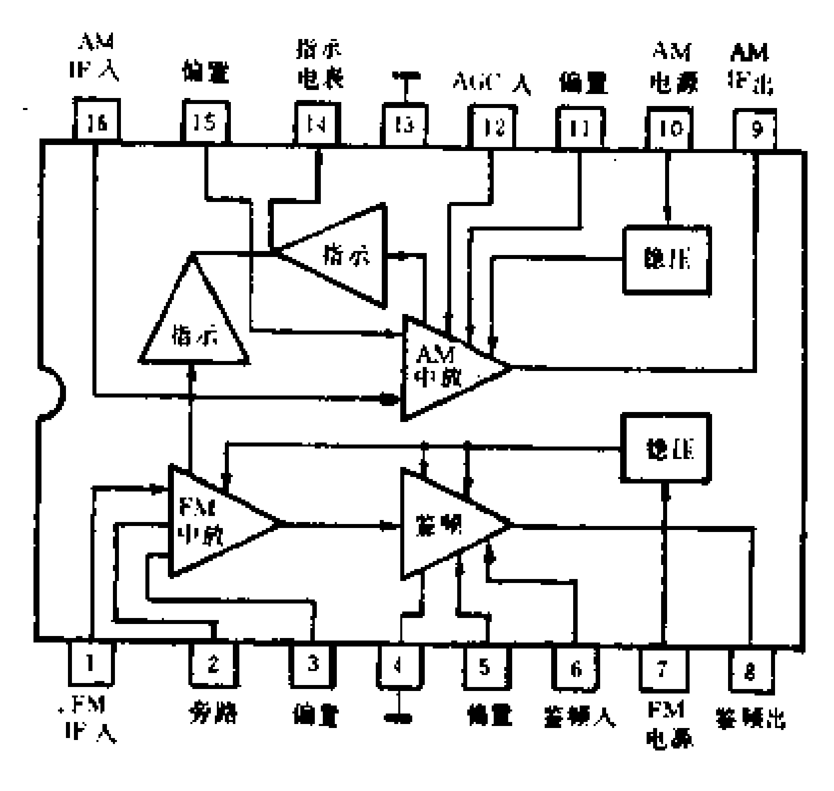



图 3-9

频中频旁路；(3)脚调频中放偏置电路；(4)脚接地；(5)脚鉴频器偏置电路；(6)脚鉴频输入；(7)脚调频电源；(8)脚鉴频输出；(9)脚调幅中放输出；(10)脚调幅电源；(11)脚调幅中放偏置电路；(12)脚 AGC 输入；(13)脚接地；(14)脚信号指示电表；(15)脚调幅中放偏置电路；(16)脚调幅中放输入。

LA1201 的特点是：调频部分具有正交检波电路和信号表驱动电路，调幅中放具有 AGC 和信号表驱动电路。

十、LA3301(SF3301)

LA3301 是日本三洋公司生产的开关式立体声解调集成电路。采用 14 脚双列直插式塑料封装。它由复合信号放大、导频放大及倍频、开关解调、指示灯驱动以及稳压等五个部分组成。其内部方框图及典型应用电路见图 3-10。

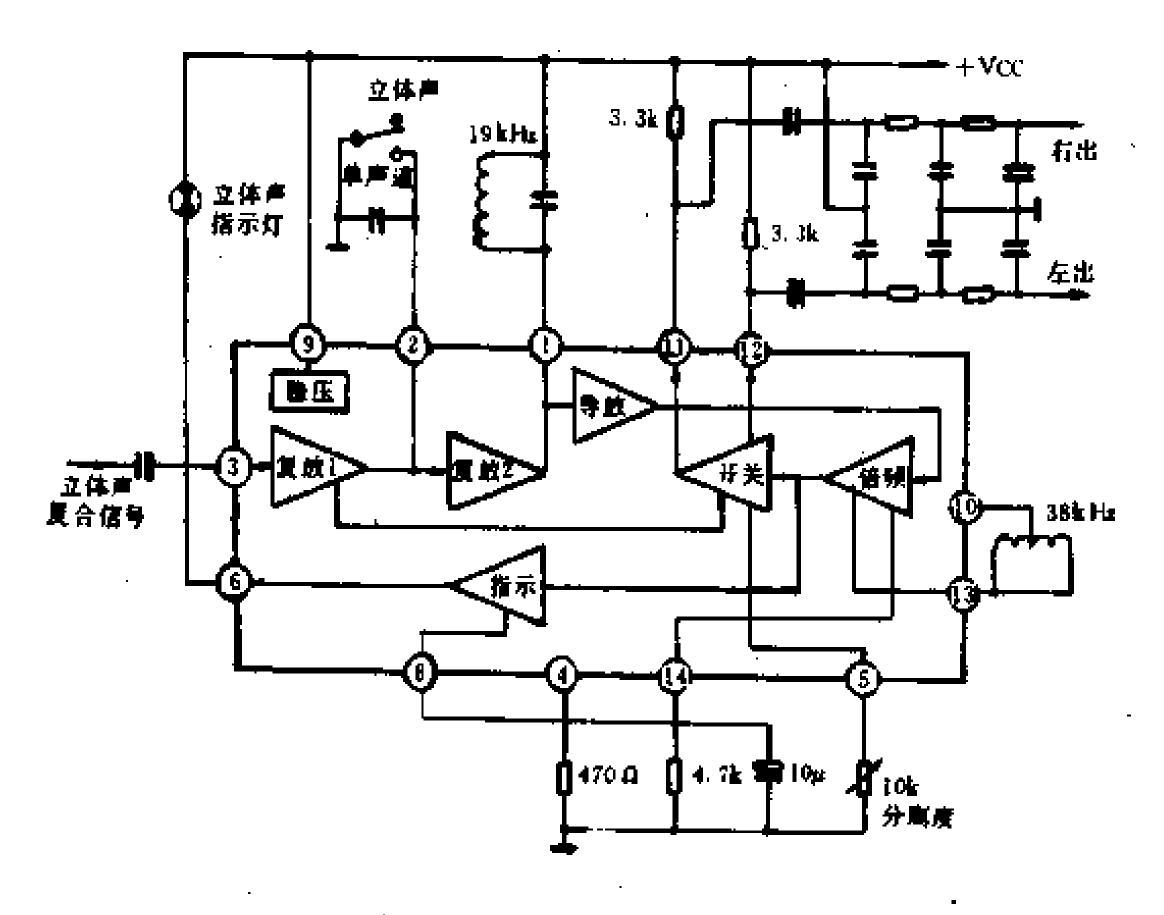



图 3-10

LA3301 的各引脚功能是：(1)脚 19kHz 导频谐振端；(2)脚立体声/单声道控制端；(3)脚立体声复合信号输入端；(4)脚旁路；(5)脚分离度控制端；(6)脚立体声指示灯驱动端；(7)脚空脚；(8)脚指示驱动电路退耦；(9)脚电源电压；(10)脚 38kHz 副载波谐振电路；(11)、(12)脚左、右声道输出控制端；(13)脚 38kHz 副载波谐振电路；(14)脚信混旁路电阻端。

从图可看到，其外围电路比较简单，主要是一个 19kHz 的导频谐振电路和一个 38kHz 的副载波谐振电路。接于(4)脚和(14)脚的两个电阻是复合信号放大管发射极电阻，改变它们的阻值可以调节复合放大级的增益，从而可以改变立体声指示灯的点燃灵敏度。接于(5)脚的电位器是用以调整分离度的。

当立体声-单声道开关置于“单声道”侧时，将复合信号放

大器输出导频放大的信号短路入地，倍频级得不到 19kHz 的激励信号，故也无 38kHz 的副载频输出，开关电路只能输出单声道信号，且立体声指示灯也不亮。

## 十一、LA3361

LA3361 是日本三洋公司生产的锁相环式立体声解调集成电路。采用 16 脚双列直插式塑料封装。它主要由正交相位比较器、直流放大器、压控振荡器、分频器、解码器、检波器、电子开关、指示灯驱动电路、稳压器等电路组成。其内部电路方框图及外围电路见图 3-11。

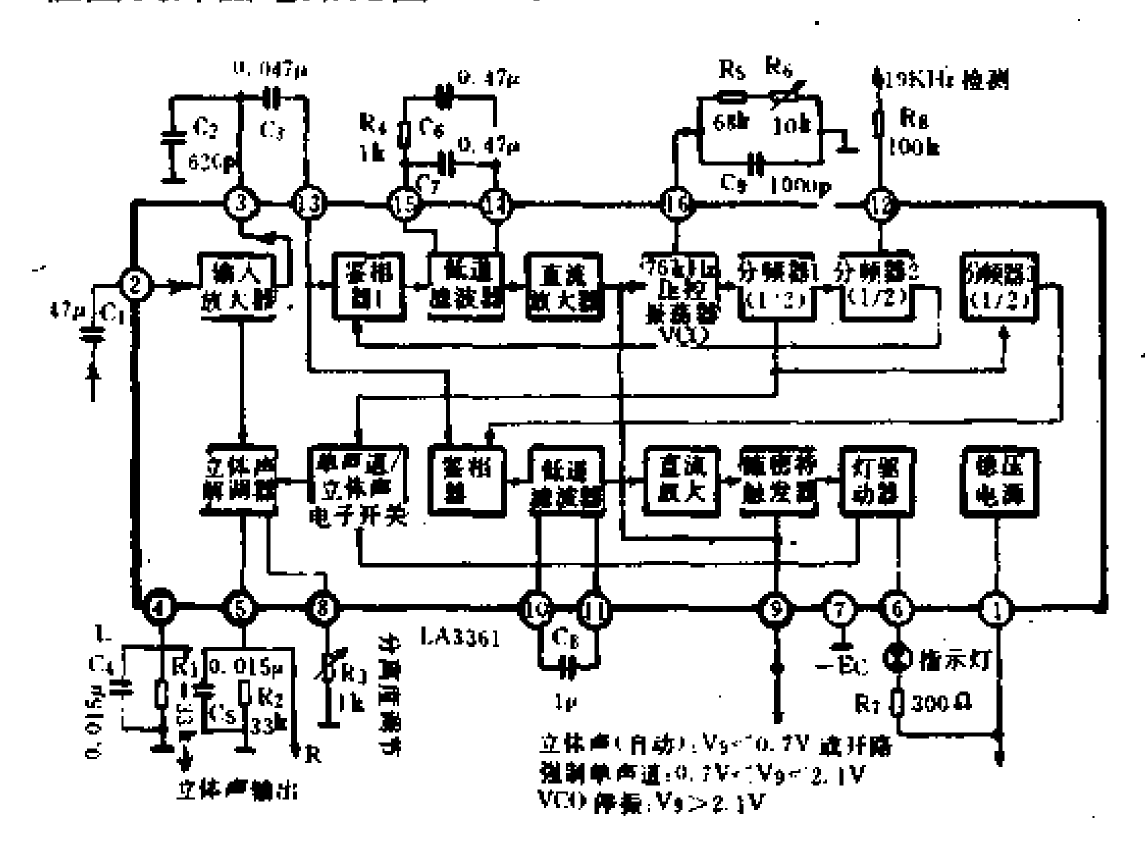



图 3-11

LA3361 的各引脚功能是：(1)脚稳压电源；(2)脚信号输入；(3)脚信号(放大)输出；(4)脚 L 声道输出；(5)脚 R 声道输出；(6)脚指示灯；(7)脚接地；(8)脚分离度调节；(9)脚立体声/单声道转换(自动)；(10)、(11)脚低通滤波器；(12)脚

19kHz 检测；(13)脚信号输入；(14)、(15)脚低通滤波器；(16)脚 VCO 调节。

LA3361 是典型的调频立体声解码集成电路，其工作范围宽(最低工作电压为 3V)，再生副载波频率稳定，锁相环路捕捉范围宽，左、右声道分离度高，外围元件少，非线性串音小，增益高，电流消耗低，调试方便。

与之同类的锁相环式解调集成电路还有：LA3350、TA7604AP、AN7401、HA11227、BA1330、μPC1197C 等。

## 十二、LM1868N

LM1868N 集成电路是美国国家半导体公司生产的，包括调幅部分：本振、混频、中放、检波、AGC 放大等功能；调频部分：中放、积分检波器等功能。还有共用稳压电源和低频放大。采用 20 脚双列直插式塑料封装。图 3-12 是其内部电路方框图。

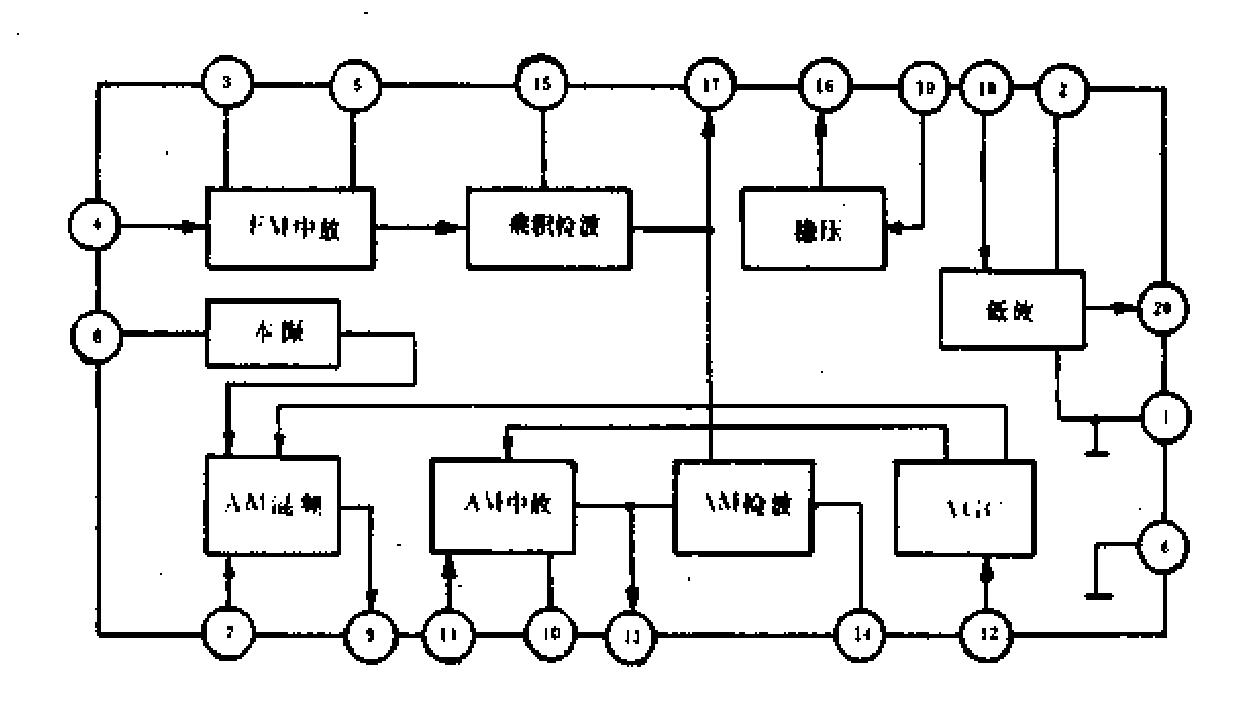



图 3-12

LM1868N 的各引脚功能是：(1)脚接地；(2)脚低放反馈退耦(外接电容调节反馈量)；(3)脚调频中频旁路；(4)脚调频中放输入；(5)脚调频中放退耦；(6)脚小信号接地；(7)脚调幅射频输入；(8)脚调幅本振；(9)脚调幅混频输出；(10)脚调幅中放退耦；(11)脚调幅中放输入；(12)脚 AGC 输入；(13)脚调幅中放输出；(14)脚 AGC 时间常数；(15)脚乘积检波器外接 RLC 谐振电路；(16)脚稳压电源；(17)脚调频、调幅检波输出；(18)脚音频信号输入；(19)脚电源；(20)脚低放输出。

## 十三、TA7331P

TA7331P 是日本东芝公司生产的袖珍收音机用音频功率放大集成电路。采用 9 脚单列直插式塑封结构。该集成电路具有静态电流小、噪声低和工作电源电压低(2～5V)等特点。当电源电压为 3V 时，可输出功率 200mW($R_L=4\Omega$)。

TA7331P 的内部电路方框图见图 3-13。

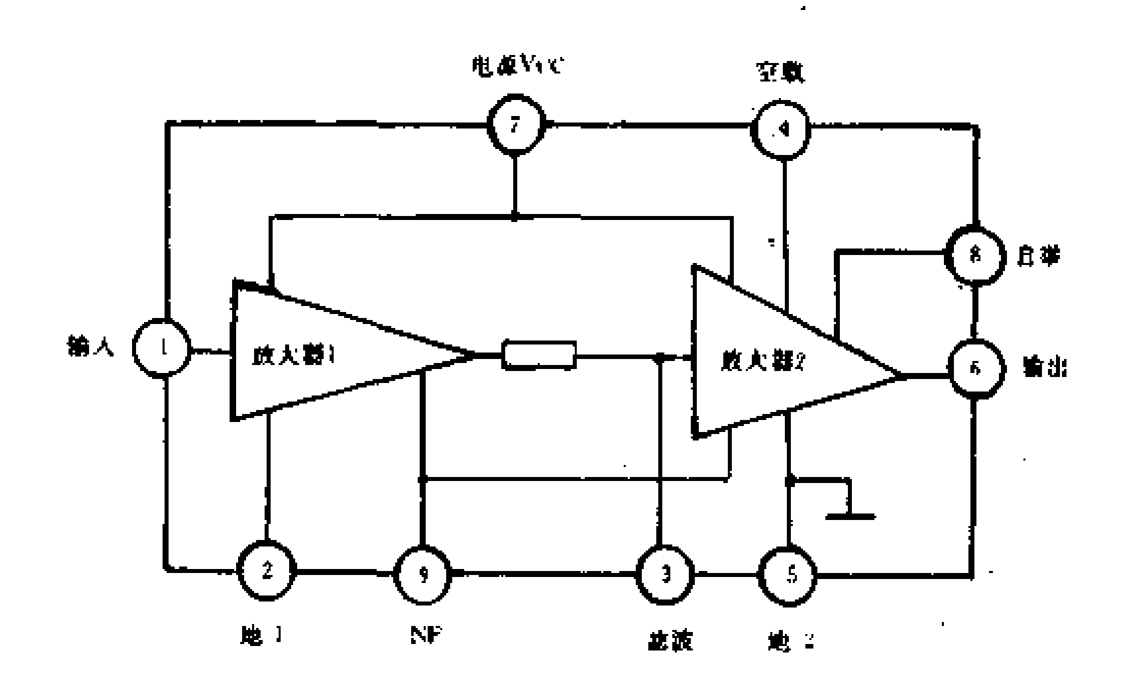



图 3-13

TA7331P 的各引脚功能是：(1)脚输入；(2)脚接地 1；(3)脚滤波；(4)脚空脚；(5)脚接地 2；(6)脚输出；(7)脚电源稳压；(8)脚自举；(9)脚 NF(噪声抑制)。

## 十四、TA7335P(TA7335P-LB)

TA7335P 是日本东芝公司生产的收音机调频头专用集成电路，采用 9 脚单列直插式塑料封装。该集成电路内已有变容二极管，不需外接，使调频电路更加简洁。因而在具有调频功能的收音机中应用较多。

TA7335P 内部电路方框图及外接电路元件见图 3-14。

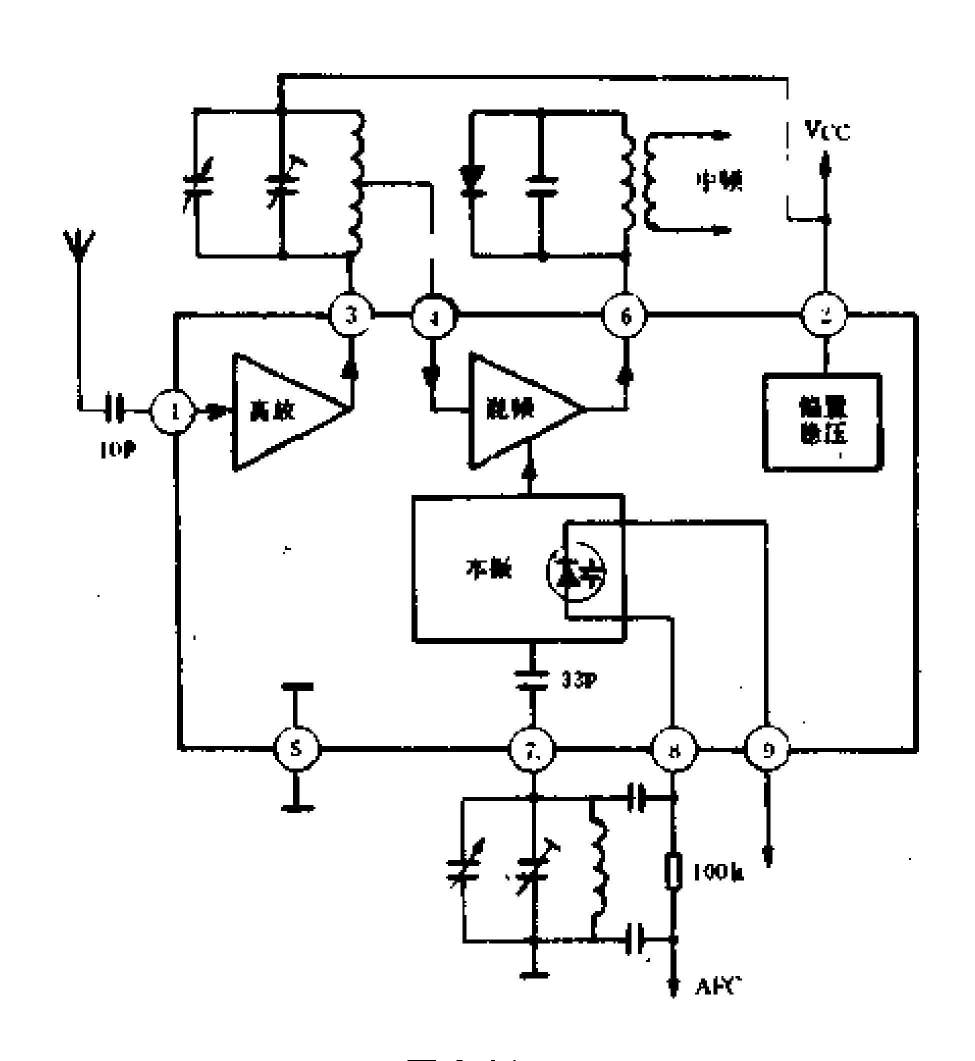



图 3-14

TA7335P 各引脚功能是：(1)脚高频输入；(2)脚电源电压；(3)脚高放级输出；(4)脚混频器输入；(5)脚接地；(6)脚混频器输出；(7)脚本机振荡器；(8)脚 AFC 电路；(9)脚变容二极管电源。

TA7335P 适用于便携式收音机的调频收音调谐电路，内附自动频率控制(AFC)用的变容二极管，具有电源电压低而工作范围大、外接电路简单等特点，并可与调频调幅中放集成电路 TA7614AP 配用(输出鉴频电压 60mV)。

## 十五、TA7358AP

TA7358AP 是日本东芝公司生产的调频头专用集成电路，采用 9 脚单列直插式塑封结构。该集成电路目前在带有调频功能的收音机中应用较多。其供电电压为 1.6～6V，块内无变容二极管，需要外接。

TA7358AP 内部电路方框图见图 3-15。

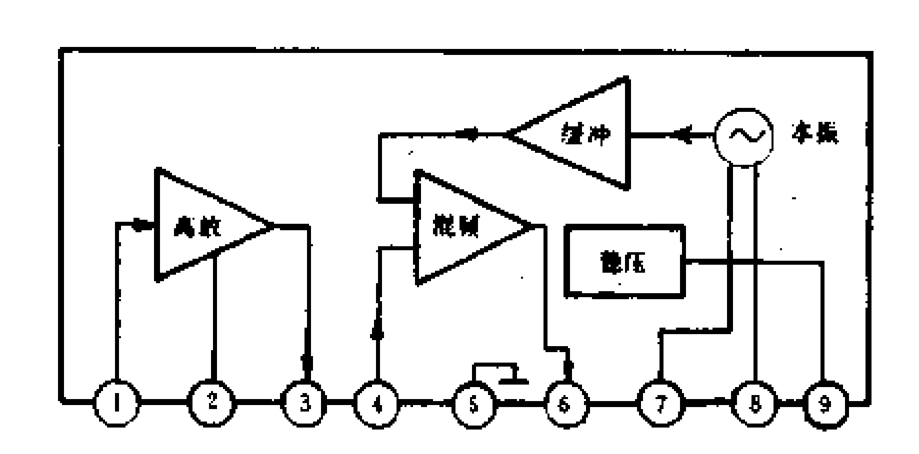



图 3-15

TA7358AP 各引脚功能是：(1)脚射频输入；(2)脚射频反馈；(3)脚射频输出；(4)脚混频输入；(5)脚接地；(6)脚混频输出；(7)、(8)脚本振；(9)脚电源。

此外，与 TA7358AP 内部功能相似的集成电路还有 TDA1062，只是后者采用 16 脚双列直插式塑料结构。

## 十六、TA7604AP

TA7604AP是日本东芝公司生产的锁相环式调频立体声解调集成电路，采用16脚双列直插式塑封结构。工作电压范围3.5～12V。

TA7604AP的内部电路方框图见图3-16。

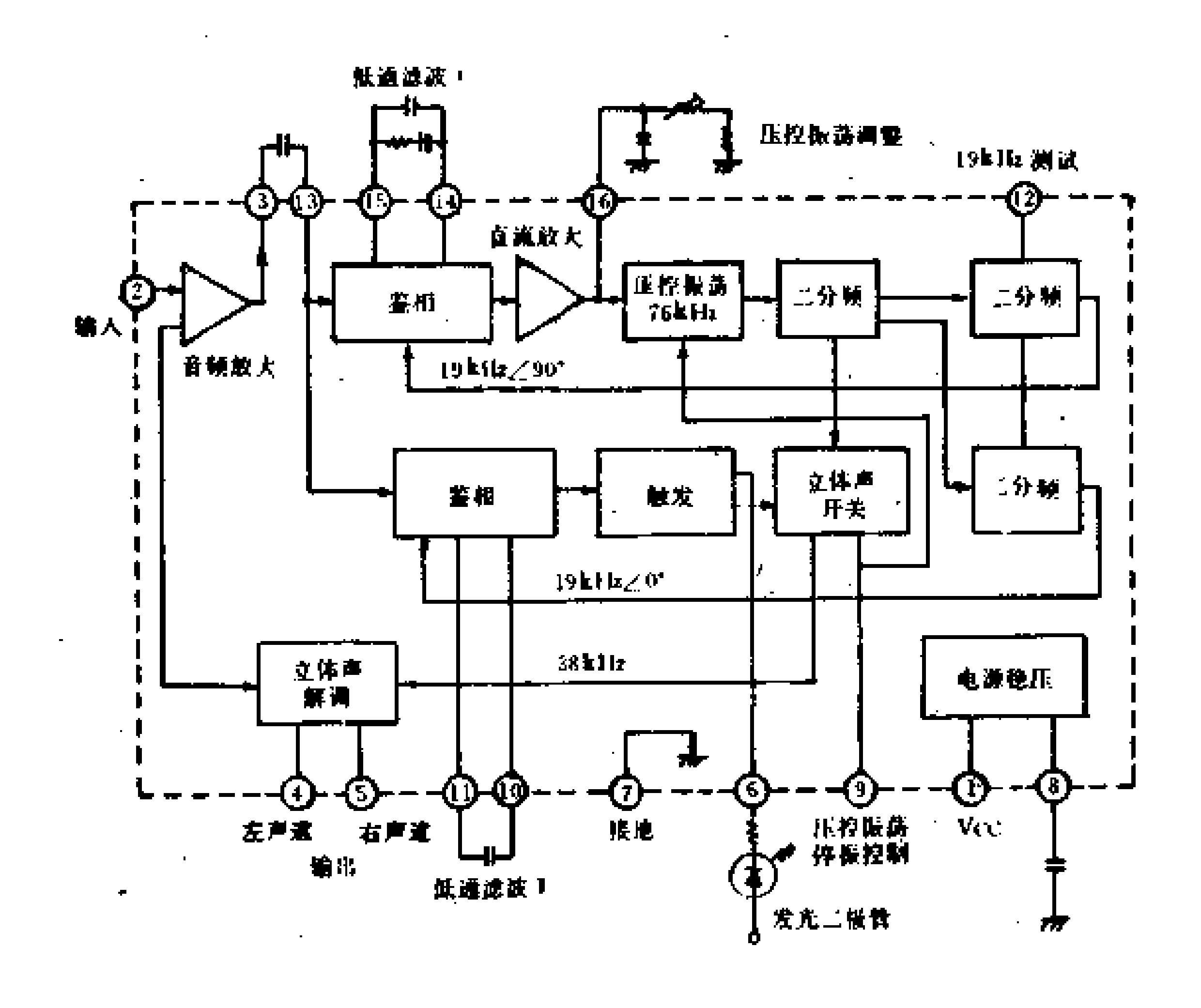



图3-16

TA7604AP各引脚功能是：(1)脚电源稳压；(2)脚复合信号输入；(3)脚音频放大输出；(4)脚左声道输出；(5)脚右声道输出；(6)脚发光二极管驱动；(7)脚接地；(8)脚滤波；(9)脚压控振荡停振控制；(10)、(11)脚低通滤波Ⅰ；(12)脚19kHz测试；(13)脚鉴相输入；(14)、(15)脚低通滤波Ⅰ；(16)脚压控

振荡调整。

TA7604AP 锁相环调频立体声解调集成电路，适用于便携式或低电压收音机。其特点是外围元件少，动态范围宽，在整个音频范围内的通道分离度大，谐波失真度低，改变负载电阻值可以控制输出增益，调整方便，并可直接驱动发光二极管(LED)作立体声指示，只要改变(9)脚电压就可以使压控振荡器(VCO)停振，作强制单声道接收。

## 十七、TA7614AP

TA7614AP 集成电路是日本东芝公司生产的，包括调频中放、调频/调幅中放、正交鉴频器、调幅混频、调幅本振、调幅检波、信号表驱动器等电路。具有工作电压低(3～8V)、所需外围元件少等特点。采用 16 脚双列直插式塑料封装。图 3-17 是其内部电路方框图。

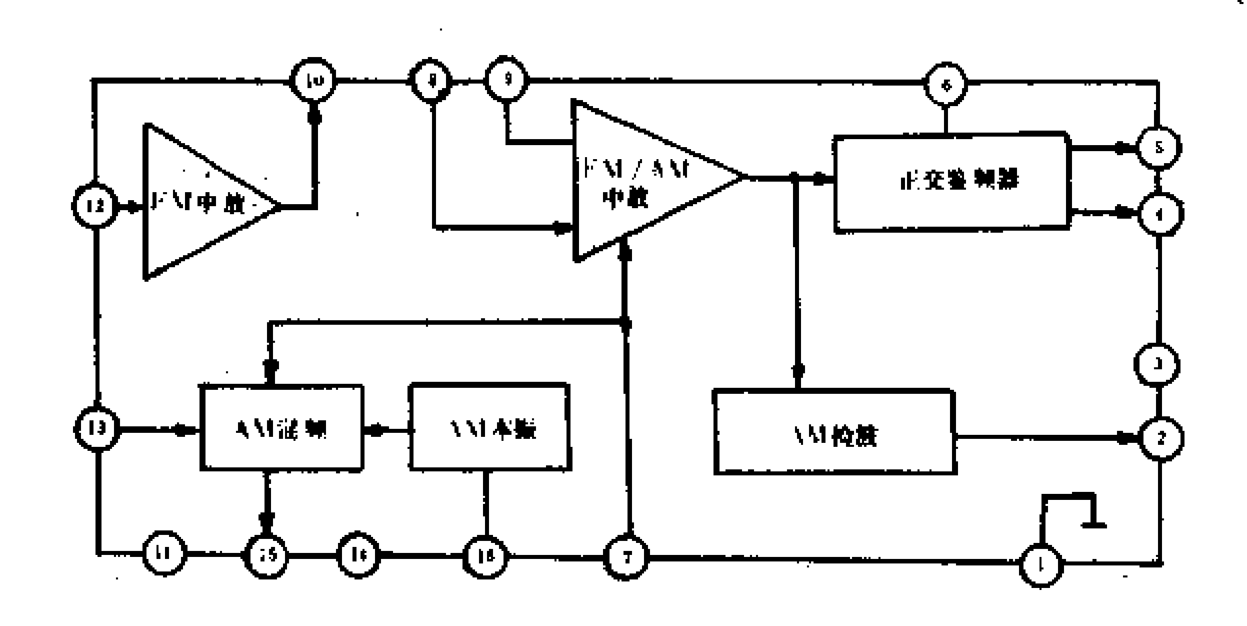



图 3-17

TA7614AP 的各引脚功能是：(1)脚接地；(2)脚调幅检

波输出；(3)脚电源；(4)脚正交鉴频器输出(自动频率调整)；(5)脚正交鉴频器输出；(6)脚鉴频线圈；(7)脚自动增益控制；(8)脚调频/调幅中放输入；(9)脚中频旁路；(10)脚调频中放输出；(11)脚调频/调幅开关；(12)脚调频中放输入；(13)脚调幅高频信号输入；(14)脚电源；(15)脚混频输出；(16)脚调幅本振。

十八、TA7640AP(CD7640AP)

TA7640AP是日本东芝公司生产的包括调幅混频、本振、稳压电源、调幅中放、调幅检波、调频中放、调频鉴频、电子开关及调谐指示等功能。采用16脚双列直插式塑料封装。图3-18是其内部电路方框图。

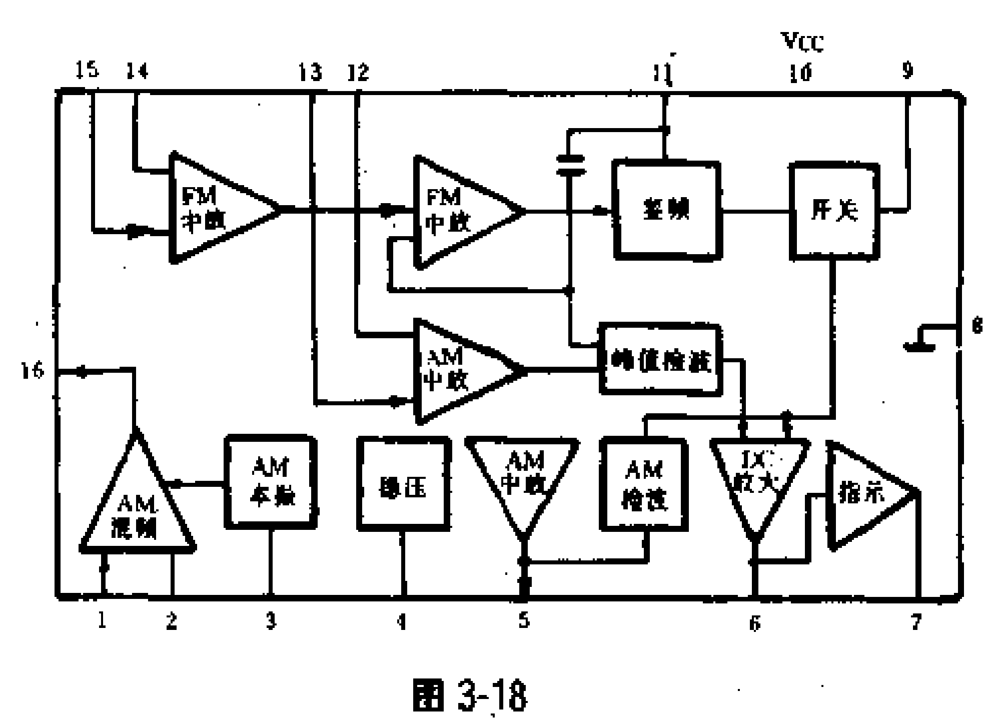



图3-18

TA7640AP的各引脚功能是：(1)脚调幅混频输入；(2)脚调幅混频旁路；(3)脚调幅本振；(4)脚稳压电源；(5)脚调幅中放输出；(6)脚指示表；(7)脚发光二极管；(8)脚接地；(9)脚调幅检波(调频鉴频)输出；(10)脚电源；(11)脚调频鉴频；(12)脚调幅中频旁路；(13)脚调幅中放输入；(14)脚调频中频

旁路；(15)脚调频中放输入；(16)脚调幅混频输出。

TA7640AP 的使用电压范围是 3～8V，静态电流为 10mA，指示灯燃亮灵敏度为 200μV，鉴频输出电压为 85mV。

TA7640AP 的特点是：静态电流小，外围元件少，强信号输入特性好，内部设有调频/调幅自动转换开关(SW)，高频响应好，工作电压低，并能直接驱动调谐指示发光二极管。

## 十九、TDA1220A(FS1220、XG1220)

TDA1220A 是由荷兰飞利浦公司生产的。主要由调幅、调频二部分组成。调幅部分包括：高频放大，双平衡混频器，本振，中放及中放 AGC，平衡检波器；调频部分包括：中频放大，乘法检波器；另外还有共用音频前置放大器。采用 16 脚双列直插式塑封结构。图 3-19 是其内部电路方框图。

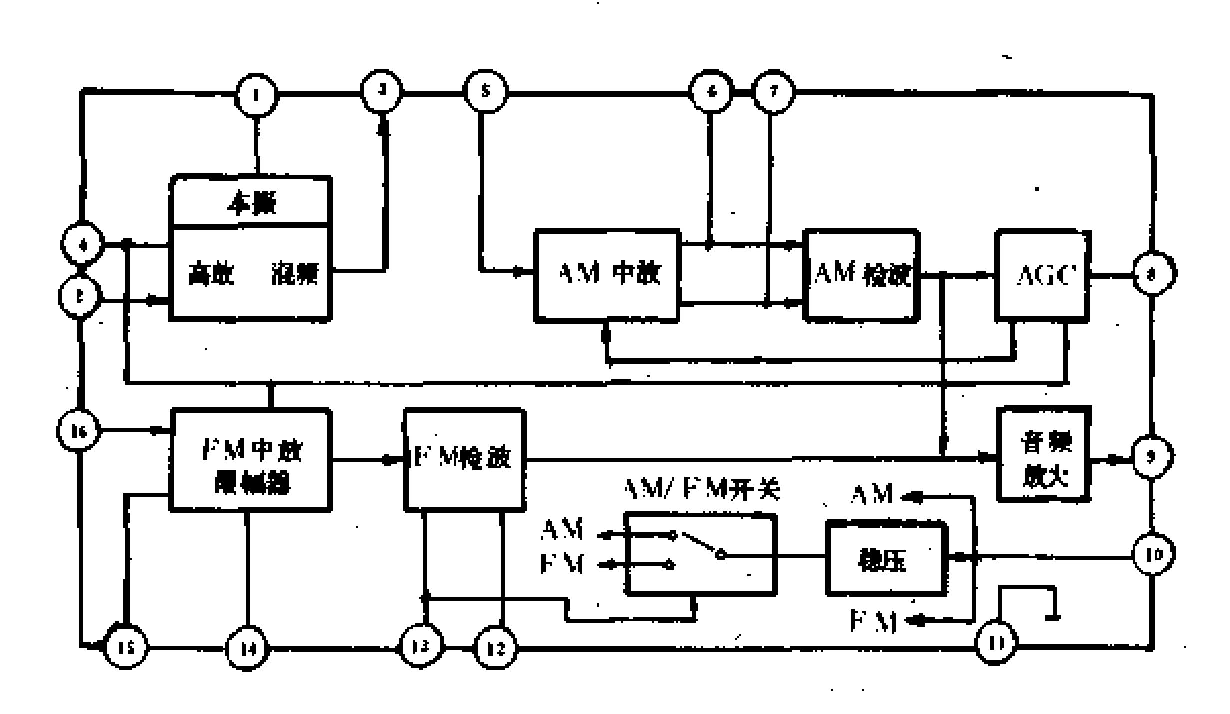



图 3-19

TDA1220A 的各引脚功能是：(1)脚调幅本振；(2)脚调

幅高频输入；(3)脚调幅混频输出；(4)脚 AGC 旁路；(5)脚调幅中放输入；(6)脚调幅检波(外接 465kHz 谐振电路)；(7)脚调幅检波(外接 465kHz 谐振电路)；(8)脚 AGC 旁路；(9)脚音频输出；(10)脚电源；(11)脚接地；(12)脚调频检波(外接 RLC90°相移网络)；(13)脚调频检波(外接 RLC90°相移网络)；(14)脚调频中频旁路；(15)脚调频中频旁路；(16)脚调频中放输入。

## 二十、TDA7050T

TDA7050T 是荷兰飞利浦公司生产的立体声低频放大集成电路，外围元件仅有 2 只输出耦合电容，具有线路简洁、可靠性高、制作容易等特点。其主要性能指标是：输入阻抗为 2mΩ，电压增益约 26dB，电源电压范围为 1.6～6V。当 Vcc＝3V 时，静态电流为 3.2mA，输出功率为 2×35mW(负载 8Ω)。

TDA7050T 内部电路方框图见图 3-20。

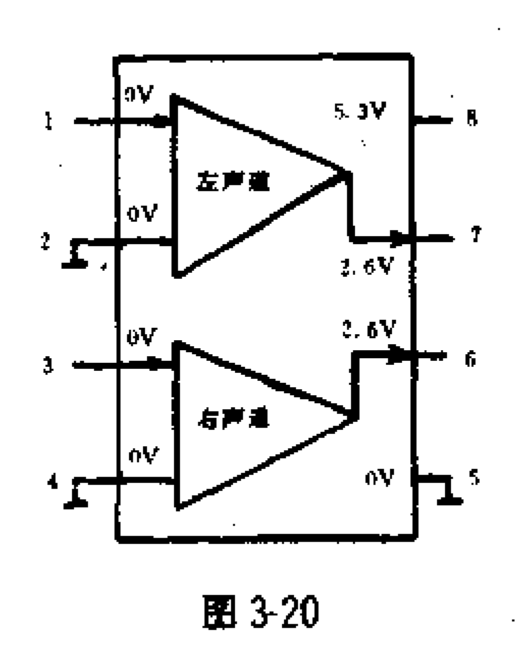



图 3-20

TDA7050T 的各引脚功能是：(1)脚 R 通道输入；(2)脚接地；(3)脚 L 通道输入；(4)脚接地；(5)脚接地；(6)脚 L 通道输出；(7)脚 R 通道输出；(8)脚电源电压 Vcc。各脚工作电压见图中所标(电源电压 Vcc＝5.3V 时测得)。

## 二十一、TEA5550

TEA5550 是欧洲电子联盟生产的收音机调幅混频、中放集成电路，内含调幅振荡、双平衡混频、三级中放、检波和稳压电

源等功能。采用14脚双列直插式塑封结构。其内部电路方框图见图3-21。

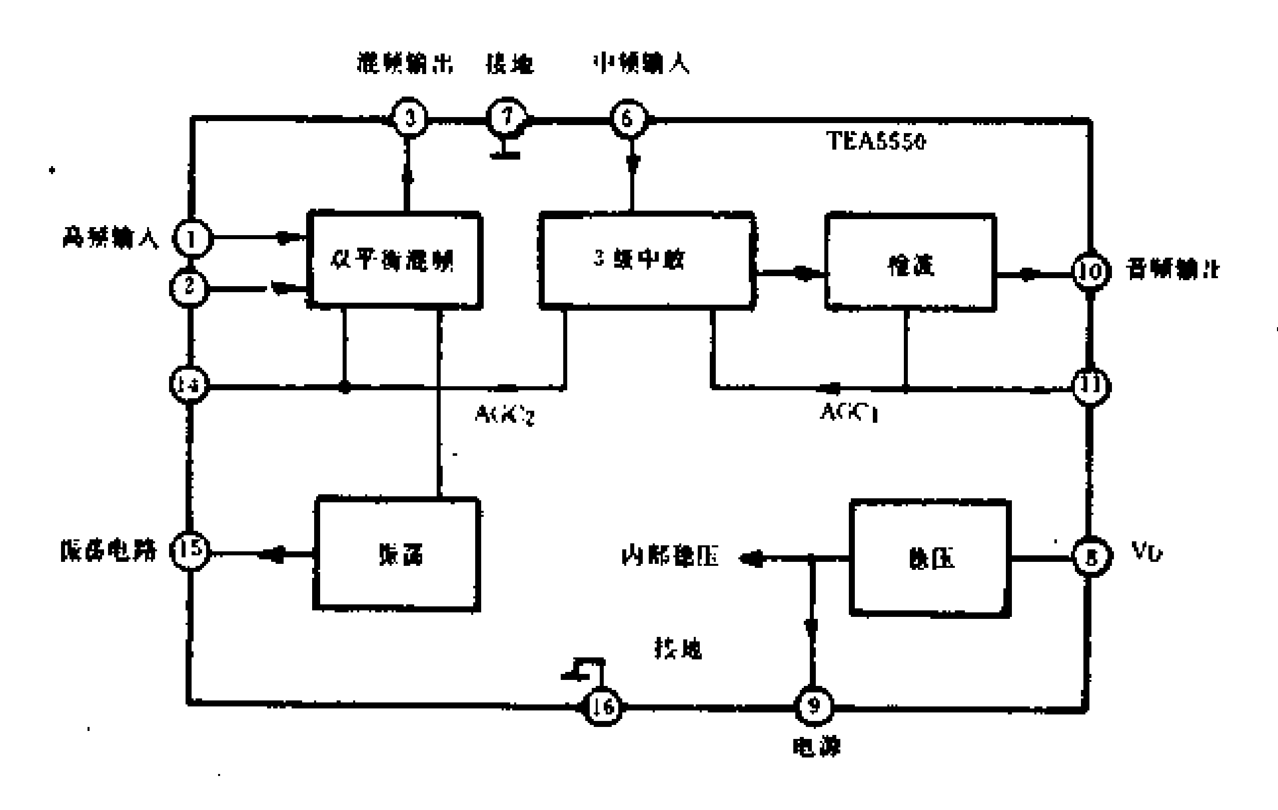



图3-21

TEA5550的各引脚功能是：(1)、(2)脚高频输入；(3)脚混频输出；(4)、(5)脚空脚；(6)脚中频输入；(7)脚接地；(8)脚VD；(9)脚电源；(10)脚音频输出；(11)脚AGC1；(12)、(13)脚空脚；(14)脚AGC2；(15)脚振荡电路；(16)脚接地。

二十二、ULN3809A

ULN3809A是美国史普拉格公司生产的锁相环式立体声解调集成电路，采用14脚双列直插式塑料封装。电源电压为4～16V。若要加接人工立体-单声道控制开关，可在第(8)脚用开关接地，同时，第(14)脚经一只3.3kΩ电阻接地。

ULN3809A的内部电路方框图见图3-22。

ULN3809A的各引脚功能是：(1)脚电源电压；(2)脚复合信号输入端；(3)脚反馈；(4)脚L声道输出；(5)脚R声道

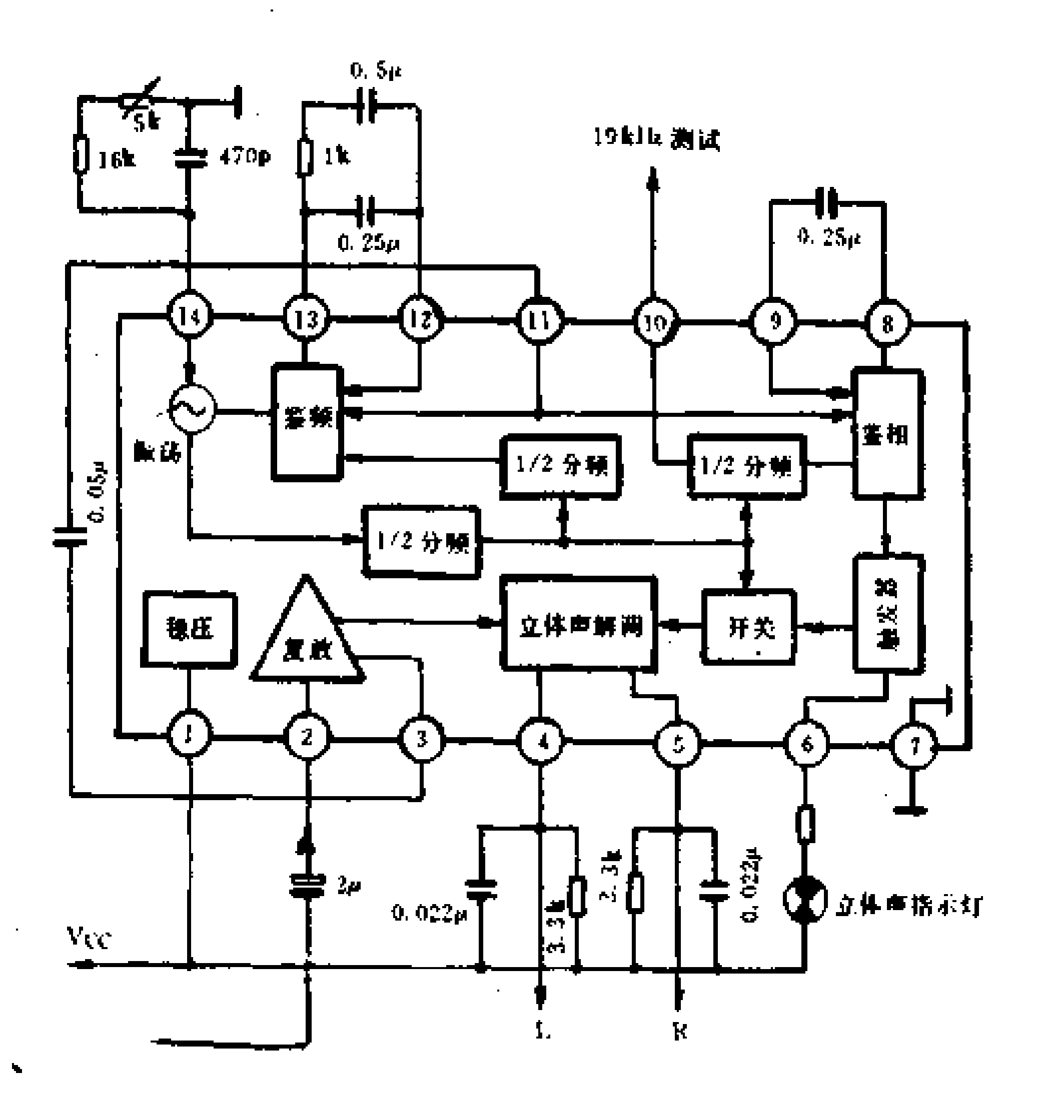



图 3-22

输出；(6)脚立体声指示灯；(7)脚接地；(8)、(9)脚低通滤波；(10)脚 19kHz 测试；(11)脚反馈；(12)、(13)脚低通滤波；(14)脚振荡调整。

## 第二节　单片收音机常用集成电路

单片收音机所用集成电路，是把收音机的全部电路都集成在一片集成电路内，组装收音机时，只需配上简单的外围电路即可。常用的有 AN7222、CXA1019、HA12402、LA1205、LA1800、TA7614BP、TA8127N、ULN2204、ULN3839A、

μPC1018C 等型号。下面分别介绍这些具有全功能的集成电路。

## 一、AN7222

AN7222 是日本松下公司生产的高性能、多功能调幅调谐、调频调幅中频放大集成电路，又称单片收音机集成电路。采用 18 脚双列直插式塑封结构，工作电压范围为 2.8～12V。

AN7222 内部电路方框图见图 3-23。

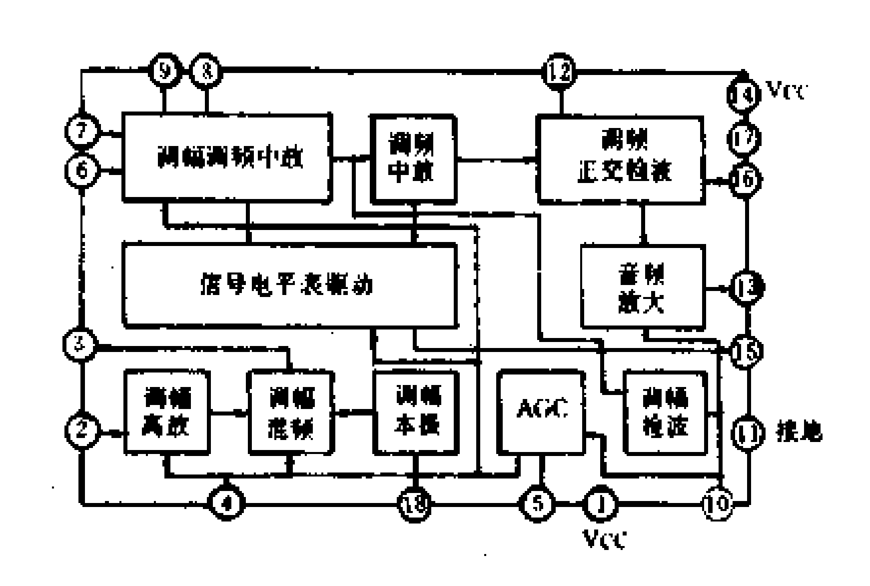



图 3-23

AN7222 各引脚功能是：(1)脚电源稳压；(2)脚调幅高放输入；(3)脚调幅混频输出；(4)脚退耦；(5)脚 AGC；(6)脚调幅中放输入；(7)脚调频中放输入；(8)、(9)脚旁路；(10)脚调幅检波滤波；(11)脚接地；(12)脚调频中放谐振；(13)脚音频放大输出；(14)脚电源稳压；(15)脚信号电平表驱动；(16)脚调频正交检波退耦；(17)脚滤波；(18)脚调幅本振回路。

AN7222 的特点是：内部分别具有调频检波与调幅检波，两者均有信号电平表驱动电路，具有自动频率控制(AFC)端，调幅端工作时，因有高频放大，故其灵敏度高，且可用于短波(f=2MHz)，工作电源电压范围宽(Vcc=2.8～12V)，适用

于低电压工作，功率小，外接元件少。

二、CXA1019

CXA1019是日本索尼公司生产的单片调频、调幅收音机集成电路。采用28脚双列直插式塑料封装，工作电压范围为3～9V。用其装配成的单片收音机，具有所需外围元件少、灵敏度高、失真小、调试简单、只需一只单刀单掷开关便能实现调幅/调频工作方式的变换等特点。

CXA1019的内部电路方框图见图3-24。

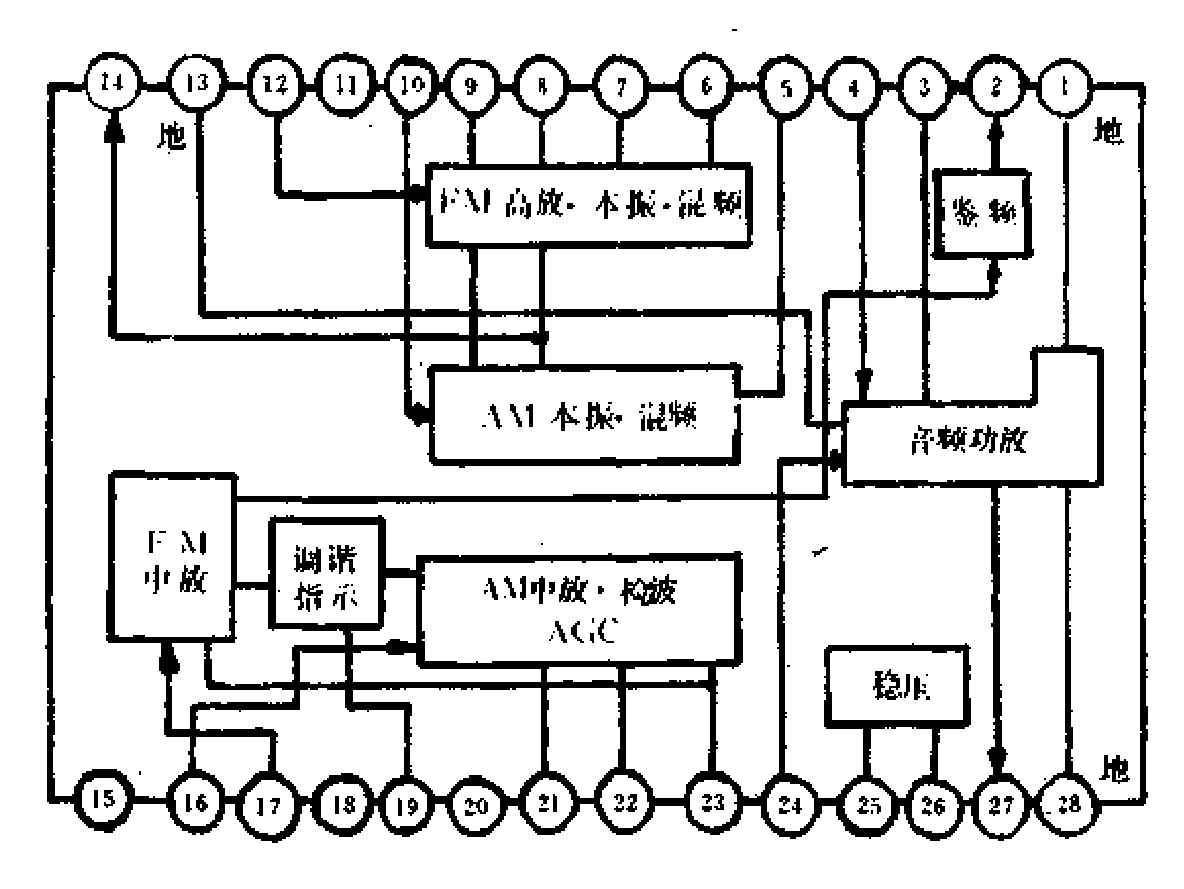



图3-24

CXA1019的各引脚功能是：(1)脚接地；(2)脚FM鉴频；(3)脚音频负反馈；(4)脚音量调节；(5)脚AM本振；(6)脚AFC；(7)脚FM本振；(8)脚恒压输出；(9)脚FM高频；(10)

脚 AM 高频输入；(11)脚空脚；(12)脚 FM 高频输入；(13)脚前端接地；(14)脚 FM/AM 中频输出；(15)脚 FM/AM 波段选择；(16)脚 AM 中频输入；(17)脚 FM 中频输入；(18)脚空脚；(19)脚调谐表指示；(20)脚中放接地；(21)脚 AFC、AGC；(22)脚 AFC、AGC；(23)脚检波输出；(24)脚音频输入；(25)脚电源滤波器；(26)脚 Vcc；(27)脚音频输出；(28)脚接地。

## 三、HA12402

HA12402 是日本日立公司生产的单片调频/调幅收音机集成电路，采用 16 脚双列直插式塑封结构。其工作电压范围为 3～13V。该集成电路由调幅高放、混频、本振、调频/调幅检波、中放、调幅 AGC、调频 AFC、音频功率放大器组成。适合于组装袖珍式调频/调幅收音机。

HA12402 的内部电路方框图见图 3-25。

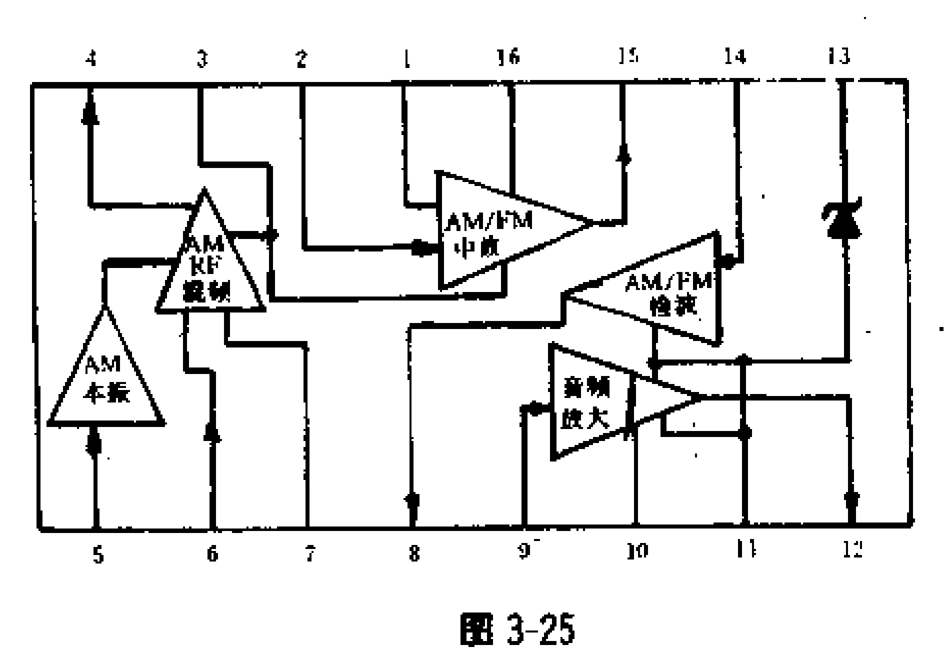



图 3-25

HA12402 的各引脚功能是：(1)脚 IF 旁路；(2)脚 AM/FM 中频输入；(3)脚高频接地；(4)脚 AM 中频输出；(5)脚 AM 本振调谐回路；(6)脚 AM 高频输入；(7)脚 AM 高频旁

路；(8)脚音频检波输出；(9)脚音频输入；(10)脚纹波抑制；(11)脚音频接地；(12)脚音频功率输出；(13)脚＋Vcc；(14)脚 IF 检波输入；(15)脚 AM/FM 中频输出；(16)脚 AGC 旁路。

HA12402 和两只晶体管组成的调频调谐器一起，就可组装成调频/调幅收音机，电路内有稳压电路，可以产生 42mA 的恒定电流；可以用直流电路进行调频/调幅转换；当电源电压为 5.5V 时，可输出 300mW 的音频功率。

## 四、LA1205

LA1205 是日本三洋公司生产的调幅变频、调频中放集成电路，采用 16 脚双列直插式塑封结构，工作电压范围 2.5～9V。

LA1205 内部电路方框图见图 3-26。

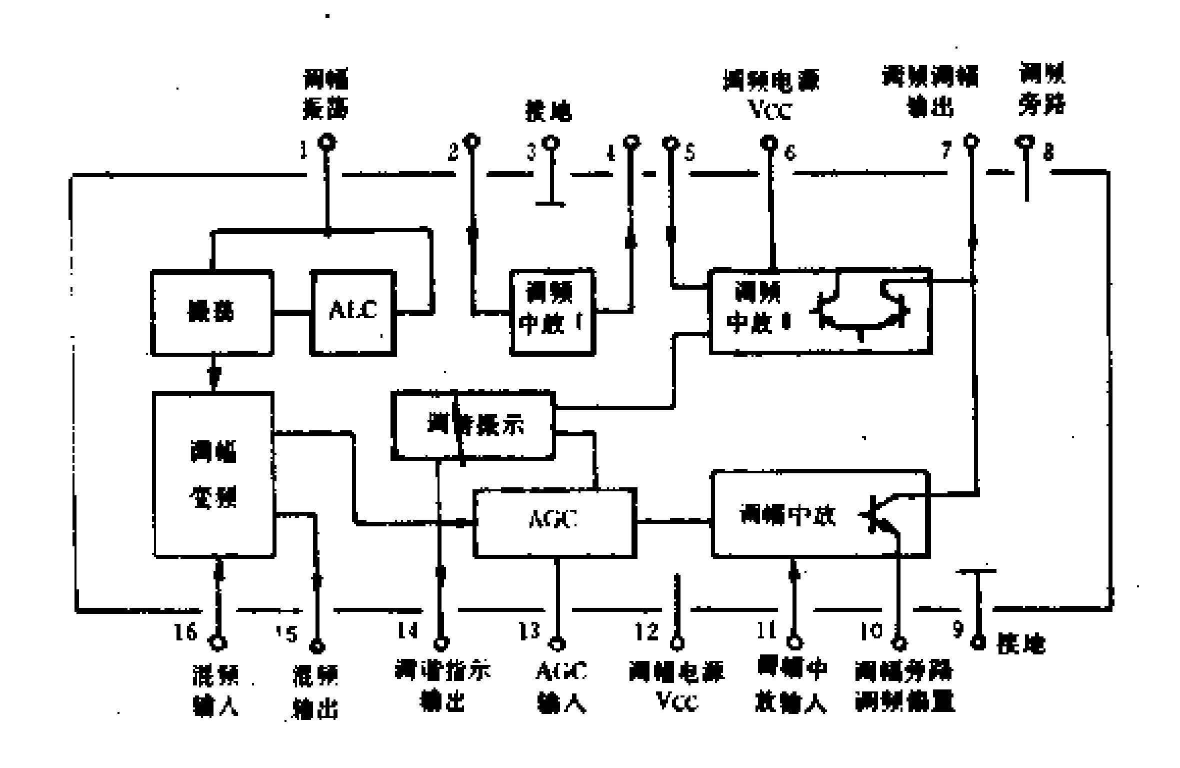



图 3-26

LA1205 各引脚功能是：(1)脚调幅振荡；(2)脚调频中放

Ⅰ输入;(3)脚接地;(4)脚调频中放Ⅰ输出;(5)脚调频中放Ⅱ输入;(6)脚调频电源;(7)脚调频调幅输出;(8)脚调频旁路;(9)脚接地;(10)脚调幅旁路、调频偏置;(11)脚调幅中放输入;(12)脚调幅电源;(13)脚 AGC 输入;(14)脚调谐指示输出;(15)脚混频输出;(16)脚混频输入。

LA1205 是用于中、短波调幅变频和调频中放的单片收音机电路,其低压特性好(Vcc=2.5V 时仍能工作),动态范围大[(14)脚输出调频调幅的调谐指示电压为 0~1.4V],又因调幅变频电路带有自动电平控制(ALC),短波振荡的谐波分量小,调频检波采用比率检波电路,小信号时噪声小,不必用静噪电路,输出的信噪比大。因此适用于耳塞式便携收音机、高级收音机等。

## 五、TA7641BP

TA7641BP 是日本东芝公司生产的单片调幅收音机用集成电路,采用 16 脚双列直插式塑料封装。电源电压范围为 2~5V。该集成电路包含有混频、本振、中放、检波、功放等功能。用其组装的单波段收音机,具有使用外围元件少、低电压、功耗小、效率高等特点。

TA7641BP 的内部电路方框图见图 3-27。

TA7641BP 各引脚功能是:(1)脚变频输出;(2)脚中频旁路;(3)脚中频输入;(4)脚外接电源(Vcc1);(5)脚中频谐振;(6)脚自动增益控制(AGC);(7)脚检波输出;(8)脚自举;(9)脚外接电源正极(Vcc2);(10)脚功放输出;(11)脚接地;(12)脚负反馈;(13)脚音频输入;(14)脚滤波;(15)脚高频旁路;(16)脚高频输入。

## 六、TA8127N

TA8127N 是日本东芝公司生产的单片调频/调幅立体声

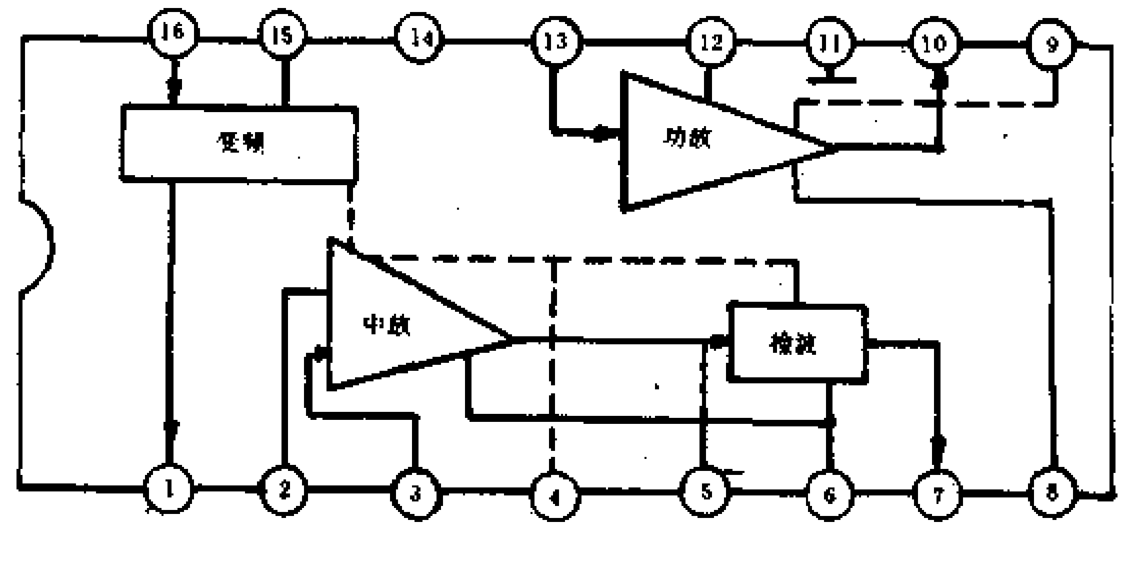



图 3-27

收音机集成电路，采用 24 脚双列直插式塑料封装。它包含了调频、调幅立体声收音机的所有主要电路，只需配用少量外围元件便可组成各种式样的收音机。其内部电路框图及主要外围元件见图 3-28。

TA8127N 各引脚功能是：(1)脚 FM 天线输入；(2)脚高频接地；(3)脚 FM 混频输出；(4)脚 AM 混频输出；(5)脚 AGC；(6)脚中频部分电源 Vcc2；(7)脚 AM 中频输入；(8)脚 FM 中频输入；(9)脚中频接地；(10)脚调谐指示输出；(11)脚立体声指示输出；(12)脚 FM 鉴频回路；(13)脚右声道输出；(14)脚左声道输出；(15)脚 VCO 调整；(16)脚导频检测低通滤波；(17)脚锁相环低通滤波；(18)脚立体声复合信号输入；(19)脚 AM/FM 检波输出；(20)脚 AM 本振回路；(21)脚 FM 本振回路；(22)脚高频部分电源 Vcc1；(23)脚 FM 高放输出回路；(24)脚 AM 天线输入。

七、ULN2204

ULN2204 是美国史普拉格公司生产的单片调频、调幅收音机集成电路。采用 16 脚双列直插式塑封结构。工作电压范

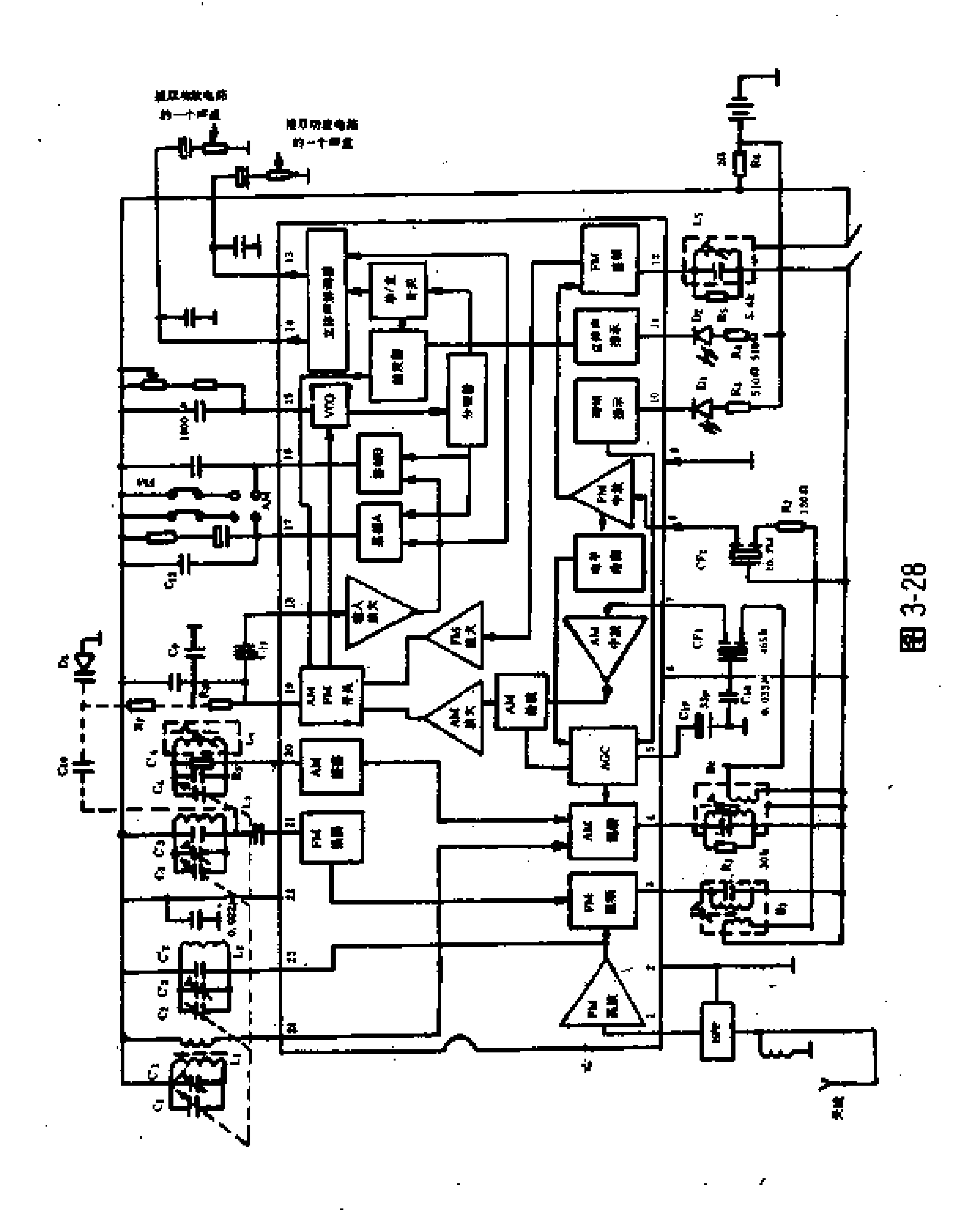


图 3-28

围为 3～12V，典型工作电压为 6V。该集成电路包括调频变频、五级中放、检波、低放、电源稳压以及调频中放、鉴频等功能。用其组装的收音机具有集成度高、工作电压范围宽、抗干扰能力强、灵敏度高、外接元件少、输入阻抗高（25kΩ）、功率放大器有短路保护功能等特点。

ULN2204 的内部电路方框图见图 3-29。

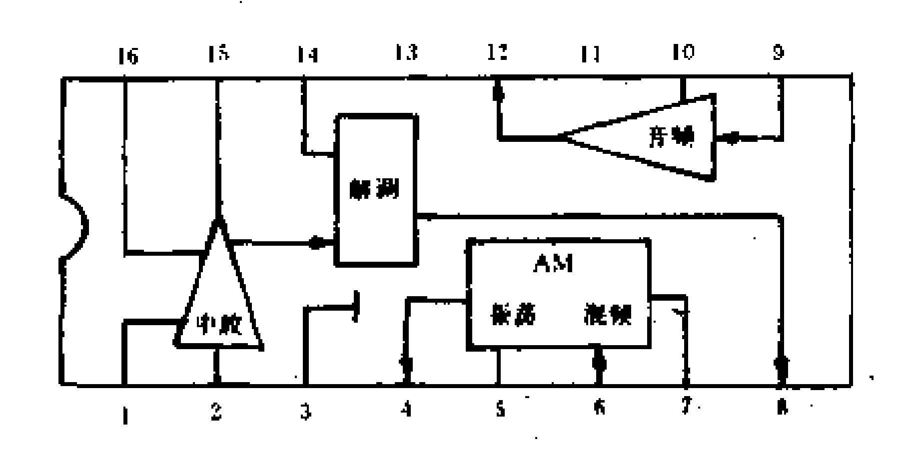



图 3-29

ULN2204 的各引脚功能是：(1)脚中放退耦；(2)脚中放输入；(3)脚低电平接地；(4)脚 AM 中频输出；(5)脚振荡外接回路；(6)脚 AM 高频信号输入；(7)脚高频退耦；(8)脚检波输出；(9)脚低放输入；(10)脚低频退耦；(11)脚高电平接地；(12)脚低放输出；(13)脚稳压输入(电源)；(14)脚检波输入；(15)脚中放输出；(16)脚增益调整 AGC、AFC。

ULN2204 调幅调频收音机集成电路能以单片集成电路实现除超高频(VHF)以外的所有收音电路功能，外接元件少，又能达到一定的指标。

调幅收音时，可作中波或短波超外差式接收，包括自动增益控制(AGC)和包络峰值检波；调频收音时可作高增益中放、限幅、移相检波和自动频率控制(AFC)。只需用双刀双掷开关即能作调幅调频转换。

内附自动调整的偏压电源由(16)脚输出，兼作 AGC 或 AFC，或可供给 2.5mA 的电流作高放和变频偏置用。调整(16)脚外接电阻，即可获得最佳工作偏压 $V_{16}=1.8\sim2.0V$(调频时)，或 $V_{16}=1.45\sim1.65V$(调幅时)。(16)脚电容用作高频退耦，并可改变调幅时 AGC 或调频时 AFC 的时间常数。

该集成电路工作电压范围大(3～12V)，灵敏度高(5 级调幅或调频中放)，功率放大器最大输出接近 1W，静态功耗小，并有短路保护。

八、ULN3839A(D3839A)

ULN3839A 是美国史普拉格公司生产的单片 AM 收音机集成电路，采用 16 脚双列直插式塑料封装。其工作电压范围 1.8～10V，适用于 3～9V 供电的收音机。该集成电路具有变频、中放、检波和低放以及 AGC 等标准超外差调幅收音机的全部功能。用其组装的单片调幅收音机，具有静态电流小、工作效率高、失真小、易调整、输入阻抗及电压增益高、适用于多种扬声器和耳机等特点。

ULN3839A 的内部电路方框图见图 3-30。

ULN3839A 各引脚功能是：(1)脚偏置；(2)脚中放输入；(3)脚低电平接地；(4)脚混频输出；(5)脚本振回路；(6)脚调幅高频输入；(7)脚高频旁路；(8)脚检波输出；(9)脚音频输入；(10)脚滤波；(11)脚高电平接地；(12)脚电源电压；(13)脚音频输出；(14)脚中频谐振；(15)脚中频谐振；(16)脚滤波。

九、μPC1018C

μPC1018C 是日本电气公司(NEC)生产的单片调频/调幅收音机用集成电路。采用 16 脚双列直插式塑料封装，工作电压范围在 2.5～6V 之间。该集成电路内包含有 AM 变频、

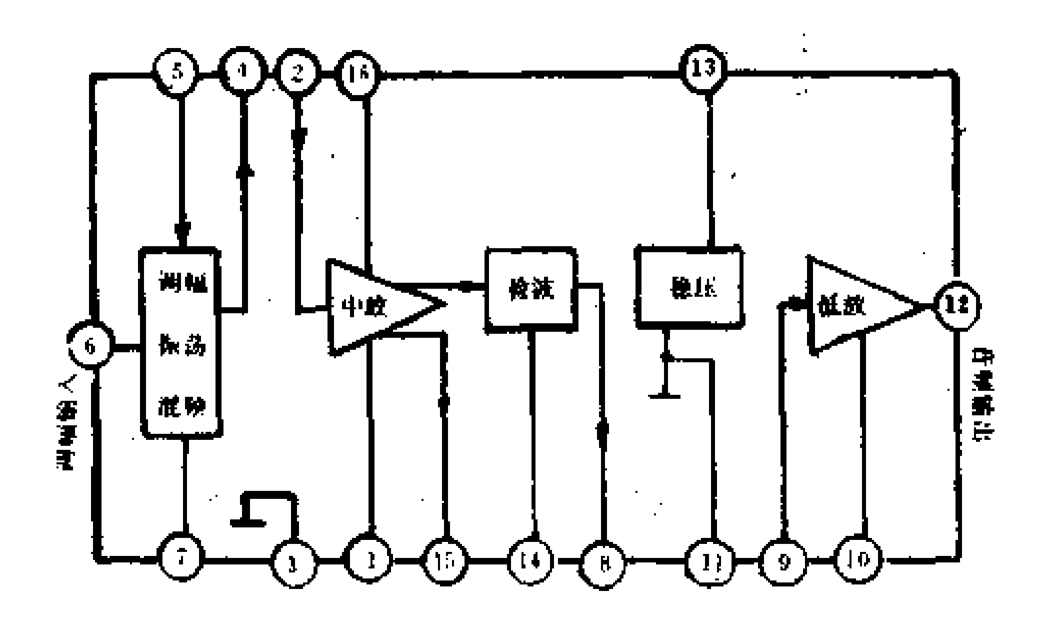


图 3-30

AM 中放、AGC 电路、FM 中放 1、FM 中放 2 等功能。(9)～(16)脚为调幅部分,(1)～(8)脚为调频部分。调频第一中放增益为 42dB 左右,第二中放为 33dB 左右。调幅中放的增益约为 50dB。调幅 AGC 电压从第(13)脚输入。控制调幅变频及中放的增益,约有 50dB 的控制范围。该集成电路把调频与调幅完全分开,故相互影响很小,外电路设计更为自由。调频头要外设。

μPC1018C 的内部电路方框图见图 3-31。

μPC1018C 的各引脚功能是:(1)脚接 AM 本振调谐电路;(2)脚 FM 中放 1 输入;(3)脚接地 1;(4)脚 FM 中放 1 输出;(5)脚 FM 中放 2 输入;(6)脚正电源 1;(7)脚 FM 中放 2 输出;(8)脚 FM 旁路;(9)脚接地 2;(10)脚 AM 旁路;(11)脚 AM 中放输出;(12)脚正电源 2;(13)脚 AGC(AM)输入;(14)脚 AM 中放输入;(15)脚 AM 变频输出;(16)脚接 AM 高频输入。

AN7218、BA4210 与之性能相同,可以直接互换使用。

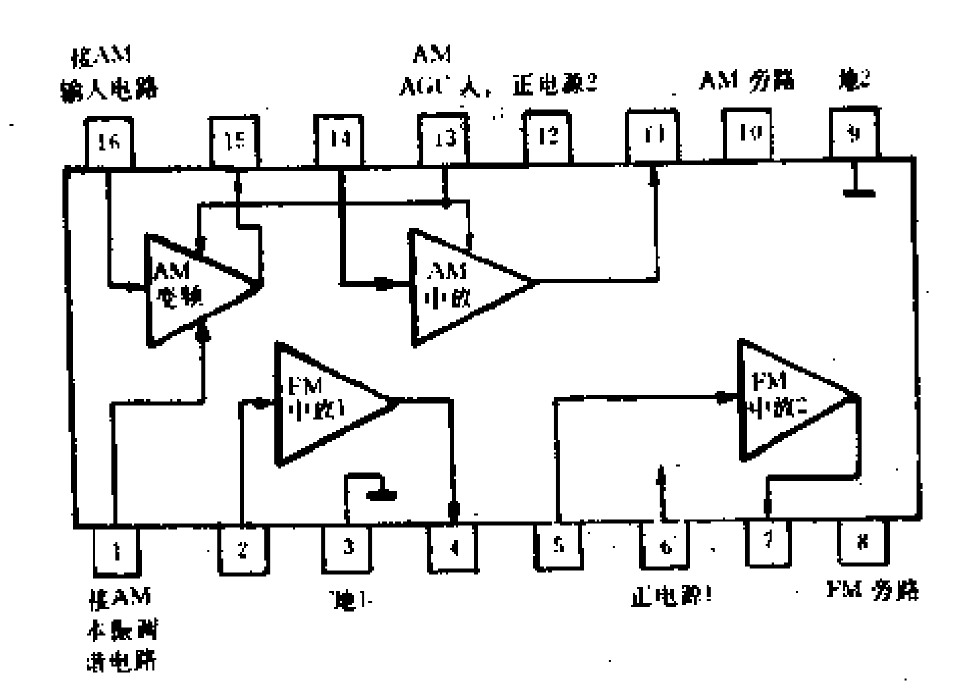

接AM
输入电路
AM
AGC入，正电源2
AM 旁路
地2
16
15
14
13
12
11
10
9
AM
变频
AM
中放
FM
中放1
FM
中放2
1
2
3
4
5
6
7
8
接AM
本振调
谐电路
地1
正电源1
FM 旁路

图 3-31

# 第四章　集成电路收音机工作原理

## 第一节　多片集成电路收音机工作原理

由于科学技术特别是大规模集成电路技术的飞速发展，多片收音机将被逐步淘汰，因而对多片收音机的工作原理的介绍不是本书的重点。为了便于读者对多片收音机有一个大概的了解，下面略加介绍。

**一、采用国产集成电路组成的多片收音机**

图 4-1 是以国产 SL 系列集成电路组成多片收音机的两种方案。方案一是由三块集成电路组成的多片调幅收音机，见图 4-1(a)；方案二是由二块集成电路组成的多片调幅收音机见图 4-1(b)。

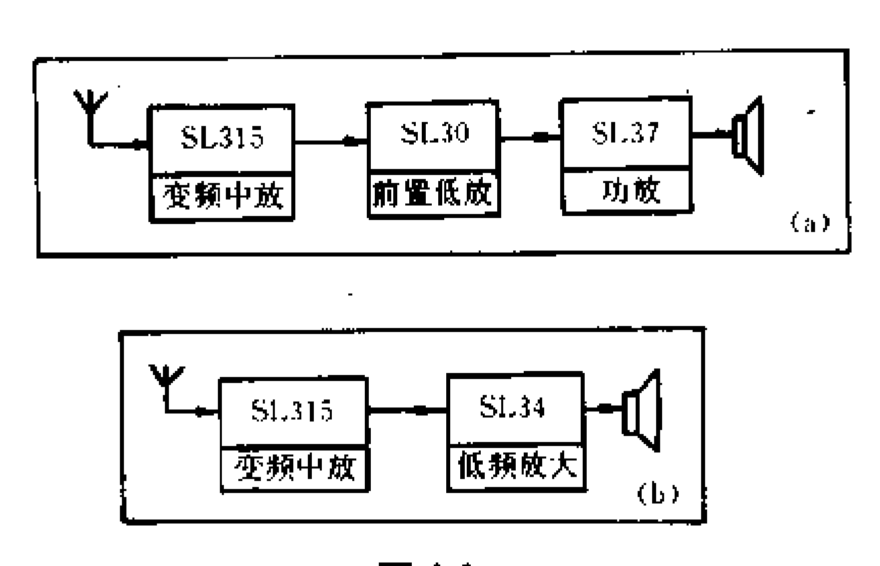



图 4-1

(一)方案一介绍

此方案是由三块功能各异的集成电路组成的调幅收音

机，其中变频中放由 SL315 完成，前置低放由 SL30 完成，功率放大由 SL37 完成。下面分别介绍这三块集成电路的内部功能及其工作原理。

1. SL315 变频中放集成电路：国内生产的变频中放集成电路有 SL311～SL315 系列和 CF043 等。图 4-2 为 SL315 内

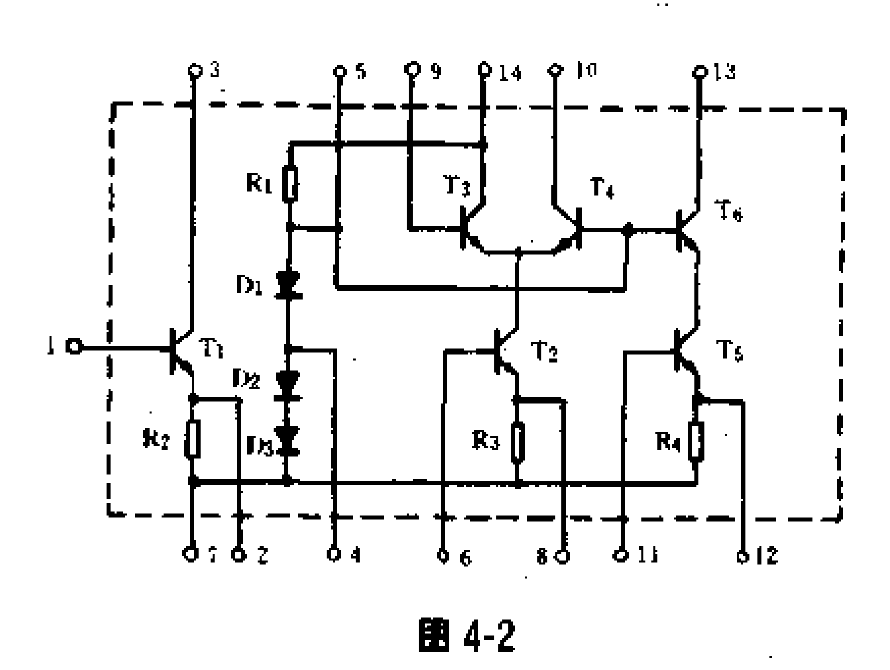
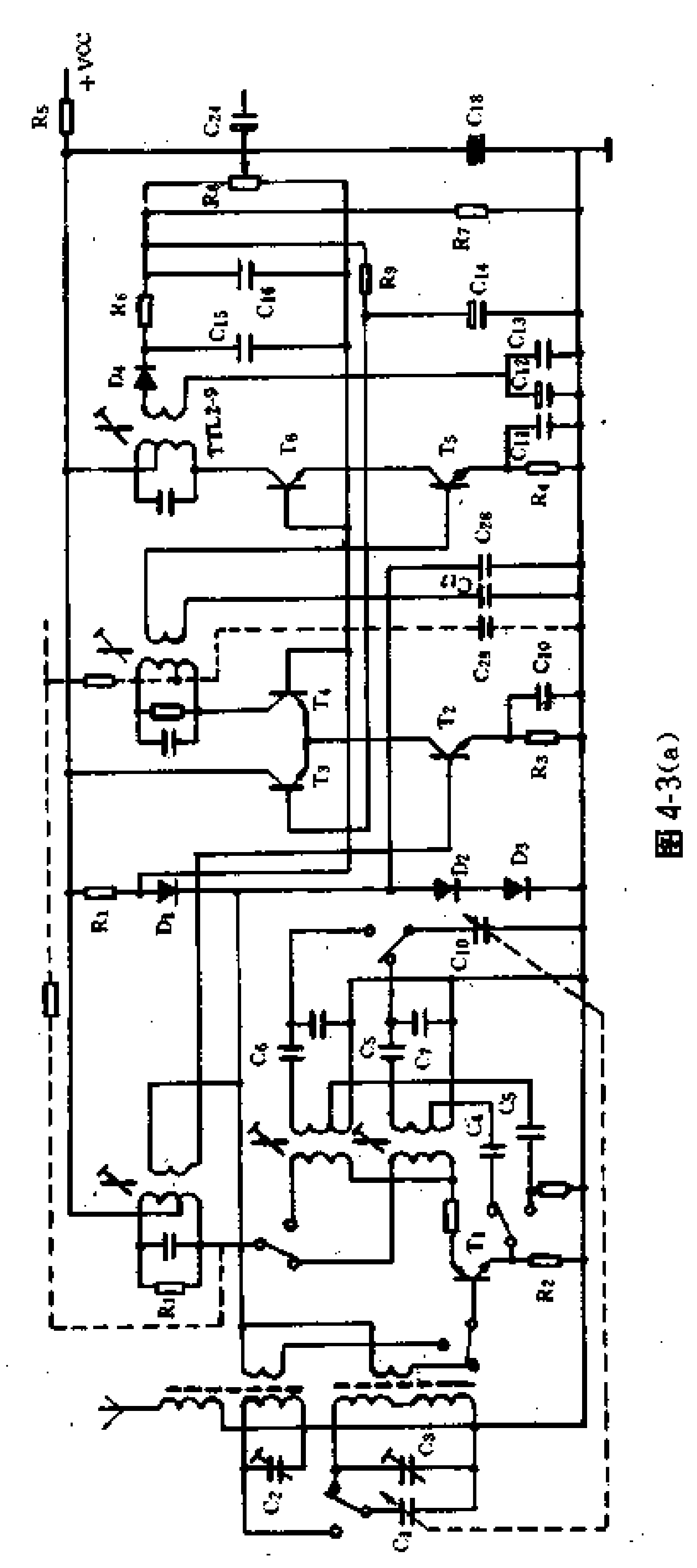



图 4-2

部电路，图 4-3 为其典型应用电路图。内部稳压电源由 $R_1$、$D_1$、$D_2$ 和 $D_3$ 构成，如图 4-4 所示。

电源 Vcc 通过 $R_1$ 对 $D_1$、$D_2$、$D_3$ 供电，$R_1$ 数值约为 3kΩ，在 6V 电源下，提供 1mA 左右的电流。在此电流下，每只二极管的正向压降约为 0.7V，因而从(4)脚可取出 1.4V 参考电压供给 $T_1$、$T_2$、$T_5$ 作偏置。从(5)脚取出 2.1V 参考电压供给 $T_4$、$T_6$ 作偏置。由于采用内部稳压偏置，因而电路具有很好的降压性能。1.4V 参考电压通过天线或中频变压器的线圈的次级分别加到 $T_1$、$T_2$、$T_5$ 的基极，使 $T_1$、$T_2$、$T_5$ 导通，并在相应各个管子的发射极电阻上建立一个压降，这个压降约为 1.4V－0.7V＝0.7V。这样，可以确定各个管子的静态电流，并具有很好的降压性能。



+VCC
R5
C24
C18
R8
R7
R9
R6
C16
C15
C14
C13
C12
C11
D4
TTL2-9
T6
T5
R4
C28
C29
C30
T4
T3
T2
R3
R1
D1
D2
D3
C10
C6
C5
C7
C4
T1
R2
C2
C3
C1


图 4-3(a)

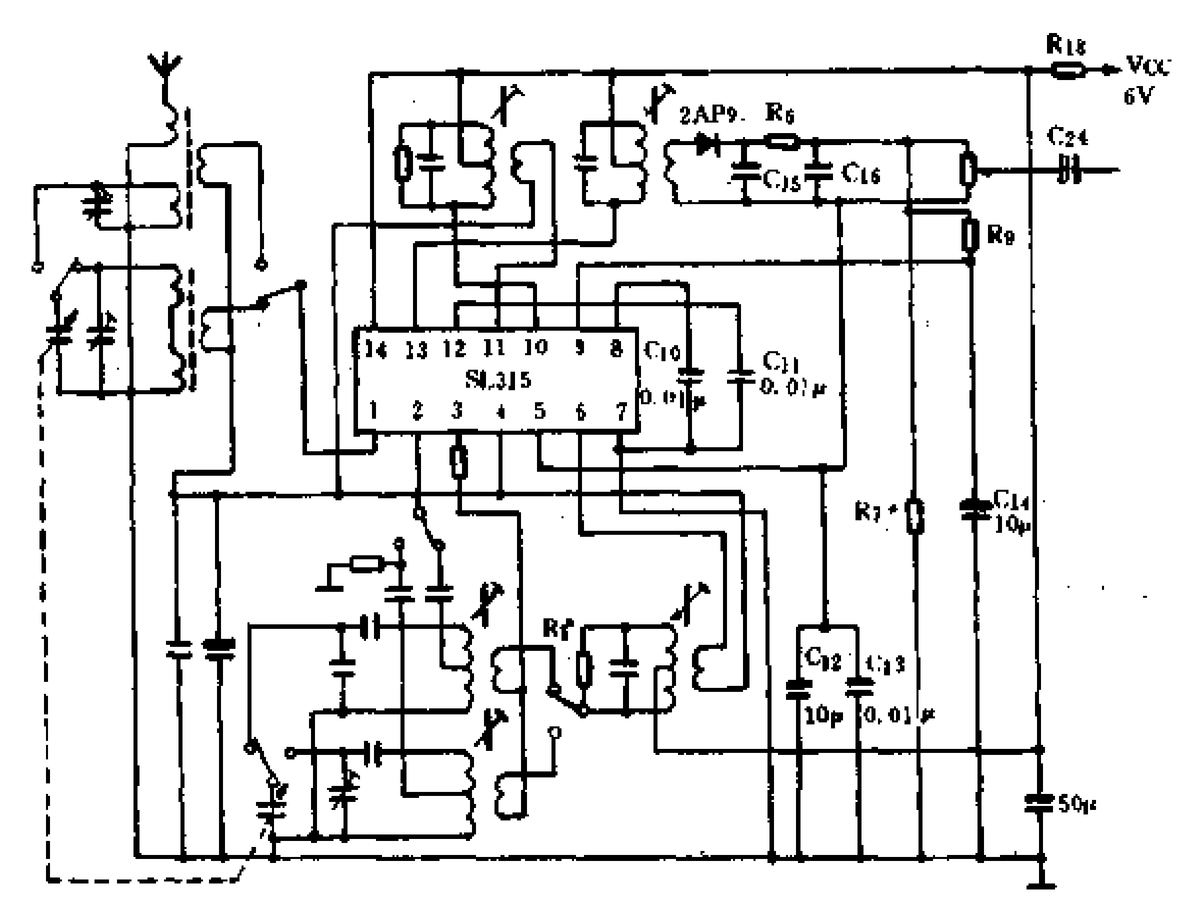



图 4-3(b)

变频：$T_1$ 为变频管，$R_2$ 为发射极电阻，振荡线圈的连接方法与普通的变频电路基本是一样的。

中放：变频后的中频信号进入 $T_2$ 进行第一次中放，$T_2$ 是共发射极连接，$T_2$ 发射极电阻 $R_3$、外接电容 $C_{10}$，将中频信号旁路掉。被 $T_2$ 放大后的信号电流从 $T_2$ 的集电极输出，并直接耦合到 $T_3$、$T_4$ 发射极。$T_3$、$T_4$ 为共基极连接。$T_3$ 为 AGC 控制。$T_2$ 的集电极电流的一部分（包括交流信号）从 $T_4$

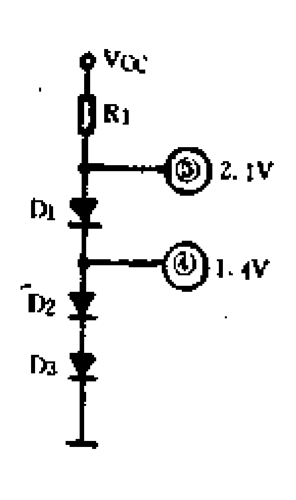
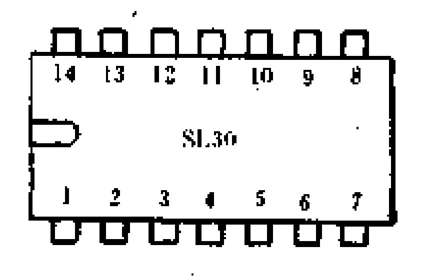



图 4-4

的发射极输入，从 $T_4$ 的集电极输出，在中频变压器上建立起交流电压并从次级输出。这样的联接，是典型的共发-共基电路，可以稳定地工作。第二中放由 $T_5$、$T_6$ 组成，亦为共发-共基连接，但此级不加 AGC 控制。

AGC：$T_3$ 基极加有 AGC 电压并和 $T_4$ 组成差分放大器，其发射极电流共同流入 $T_2$ 管。这一电流就是 $T_2$ 的静态电流 $I_{c2}$ 和交流电流 $i_{c2}$ 之和。如 $T_3$、$T_4$ 二管基极电位相同，则 $T_3$、$T_4$ 管流过的电流为 $1/2(I_{c2}+i_{c2})$。它控制这两只管子的电位差，也就控制两管的电流分配关系。而且，只要用很小的电压就可控制较大的电流变化。在弱信号时，使电流大部分流入 $T_4$，放大量最大；在强信号时，AGC 可使大部分电流流入 $T_3$。

检波：检波由 $D_4$ 二极管 2AP9 完成。为提高对小信号的检波灵敏度，2AP9 上有一正向偏置，电流是从(5)脚经 TTL2-9 中频变压器的次级到 2AP9、$R_6$、$R_7$ 到地。AGC 的电压是经 $R_9$、$C_{14}$ 滤波供给 $T_3$ 的基极，因此，无信号时，$T_4$ 基极电压较 $T_3$ 基极电压高，$(I_{c2}+i_{c2})$ 绝大部分都流入 $T_4$，所以这时有最大的放大量。有信号时，由于 2AP9 的检波作用，$R_7$ 产生一个附加直流电压，可达数百毫伏。这个电压经滤波以后作为 $T_3$ 基极注入电流，从而使 $T_4$ 电流下降，信号分流增加，起到 AGC 的作用。



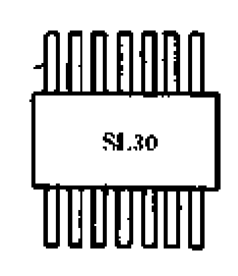



图 4-5

2. SL30 前置低频放大器集成电路：SL30 是一块双前置放大器。图 4-5 为 SL30 陶瓷扁平封装管脚排列图。

图 4-6 则为 SL30

的内部电路。$T_7$ 管为第一低频放大，$T_8$ 管为射极跟随器，起隔离前级和后级的放大器。$T_9$ 管为第二低放管，$R_{1-1}$ 为直流负反馈兼 $T_7$ 管的偏置电阻。从内部电路中，可以看出 SL30 前置低频放大器具有很稳定的直流工作点和稳定温度的性能。如当 $T_9$ 发射极电压升高时，电路稳定过程：

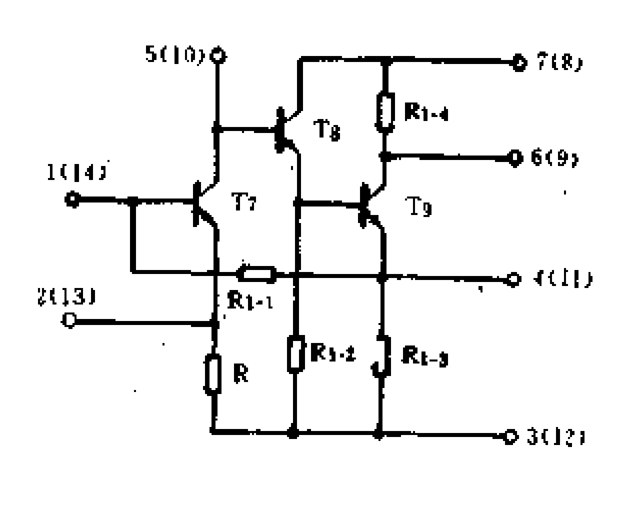



图 4-6

$$V_{T9e}\uparrow \rightarrow V_{T7b}\uparrow \rightarrow V_{T8b}\downarrow \rightarrow V_{T9e}\downarrow$$

SL30 集成电路的开环增益较高。在引入负反馈以后，它具有很小的失真度，而且具有高的输入阻抗特点。图 4-7 为用 SL30 作前置放大器的典型应用电路图。

图 4-7 中外电路的元件作用如下：

$C_{1-1}$ 为输入电容器，$R_{2-1}$ 为放大器电压增益调节，$C_{1-2}$ 为交流旁路电容器，$C_{1-4}$ 为输出隔直流电容器，$R_{2-3}$ 和 $C_{1-3}$ 构成 $\pi$ 型滤波器，$R_{2-2}$ 为 $T_7$ 负载电阻兼 $T_8$ 的偏置电阻，$C_{1-5}$ 为密勒积分电容，用作相位补偿，防止自激。另一半 SL30 前置放大器，亦可以用作双通道前置放大器或者负反馈音调放大器，以获得满意的低频放大。

3. SL37 功率放大器集成电路：功率放大器集成电路的类型较多，其中有单功放、双功放型。又由于使用工作电压和要求输出功率的不同，该集成电路有多种规格，如表 4-1 所列。

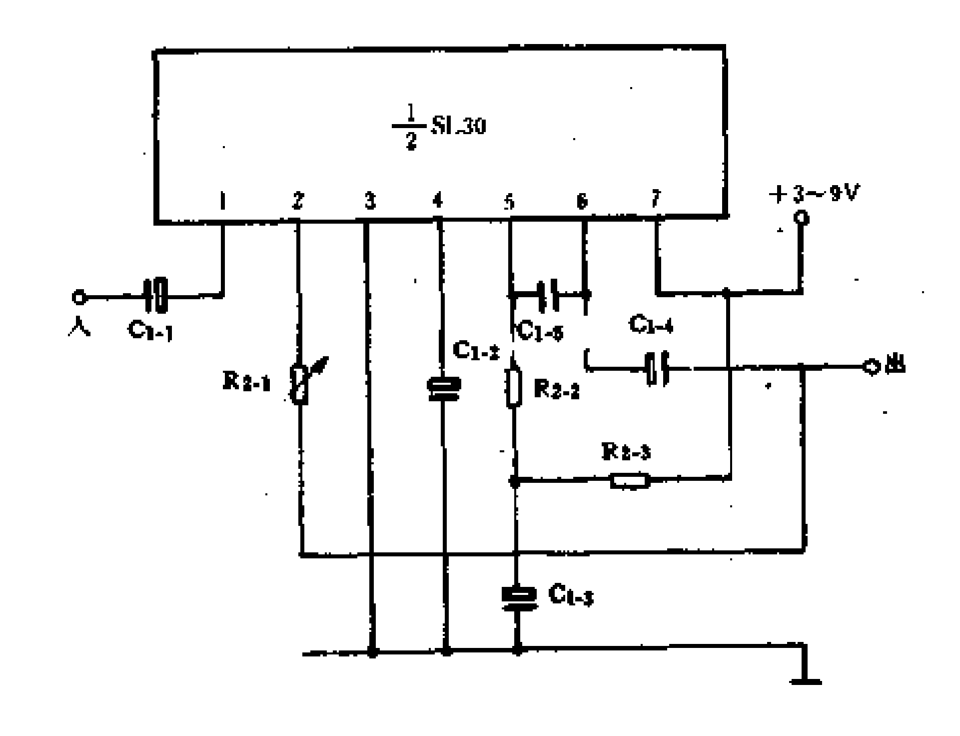



图 4-7

表 4-1 几种规格功率放大器集成电路

| 型　号 | 输出方式 | 工作电压(V) | 输出功率 | 负载阻抗(Ω) | 静态电流(mA) |
|---|---|---|---|---|---|
| SL31 | OTL | 3 | 50mW | 8 | |
| SL32 | OTL | 3 | 75mW | 8 | ≤6 |
| SL33 | OTL | 4.5 | 200mW | 8 | ≤10 |
| SL34 | OTL | 6 | 400mW | 8 | ≤15 |
| SL35 | OTL | 6 | 400mW | 8 | ≤15 |
| SL36 | BTL | 6 | 1W | | |
| SL37 | OTL | 15 | 2W | 4 | ≤8~15 |
| SL38 | BTL | 15 | 5W | 8 | ≤20~30 |
| SL39 | | 24 | 5W | 8 | ≤50 |
| SL345 | | 6 | 600mW | 4 | <15 |

下面以 SL37 功率放大器为例，来说明功率放大器集成电路的组成和工作情况。图 4-8 为 SL37 内部电路，图 4-9 为其典型应用电路图。

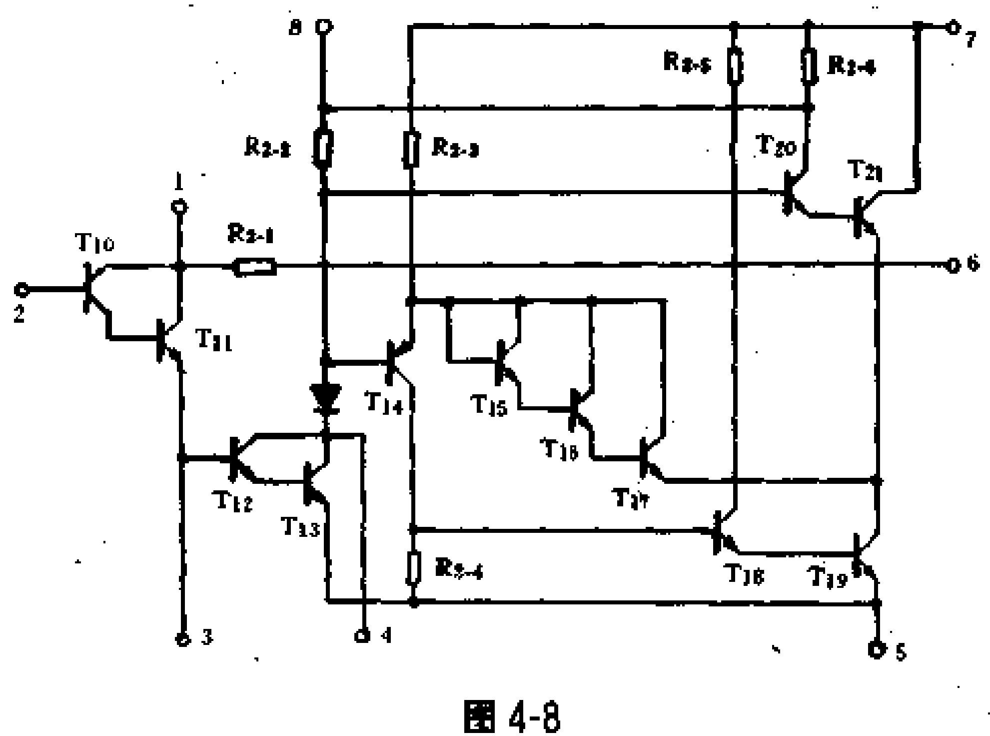



图 4-8

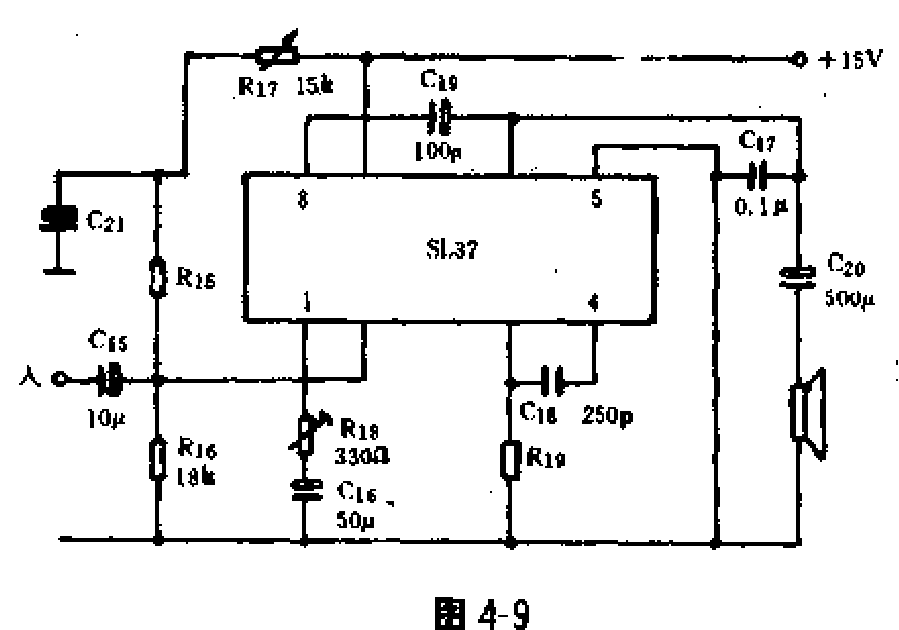



图 4-9

在图 4-8 中,(2)脚为输入端,$T_{10}$、$T_{11}$组成复合管,它将低频信号先放大后,直接送到 $T_{12}$、$T_{13}$推动级复合管。由 $T_{13}$集电极输出供给输出管 $T_{20}$、$T_{21}$放大上半周。而下半周则由 $T_{14}$反相后,送到 $T_{18}$、$T_{19}$输出,从而构成一般 OTL 功率放大电路的放大形式。

SL37 配上外部元件后，便构成完整的功率放大级。$C_{15}$为输入电容，$C_{21}$和 $R_{17}$组成 RC 滤波器，以滤除电源的波动值，防止 50Hz 交流信号进入(2)脚。$R_{15}$、$R_{16}$、$R_{17}$组成分压电路，调节 $R_{17}$可调节输出端(6)脚的电位为 1/2 电源电压。$R_{18}$、$C_{16}$组成交流反馈电路，以调整整个放大器的放大倍数，$R_{19}$为内部电路中 $T_{11}$管的发射极电阻，$C_{18}$为密勒积分电容器，起防止高频自激的作用。$C_{19}$为自举电容器，使功率放大器的输出幅度提高到近似电源电压的一半。$C_{17}$能防止电感负载所引起的瞬态反峰压，从而防止功率管的损坏。$C_{20}$是输出电容。

(二)方案二介绍

此方案是由两块功能各异的集成电路组成的调幅收音机，其中变频中放与方案一相同，仍用 SL315 担任。其低频放大部分由一块 SL34 集成电路担任。SL315 已在前面作了介绍，下面着重介绍 SL34 的内部功能及工作原理。

图 4-10 是 SL34 的内部电路，图 4-11 为其典型应用电路图。

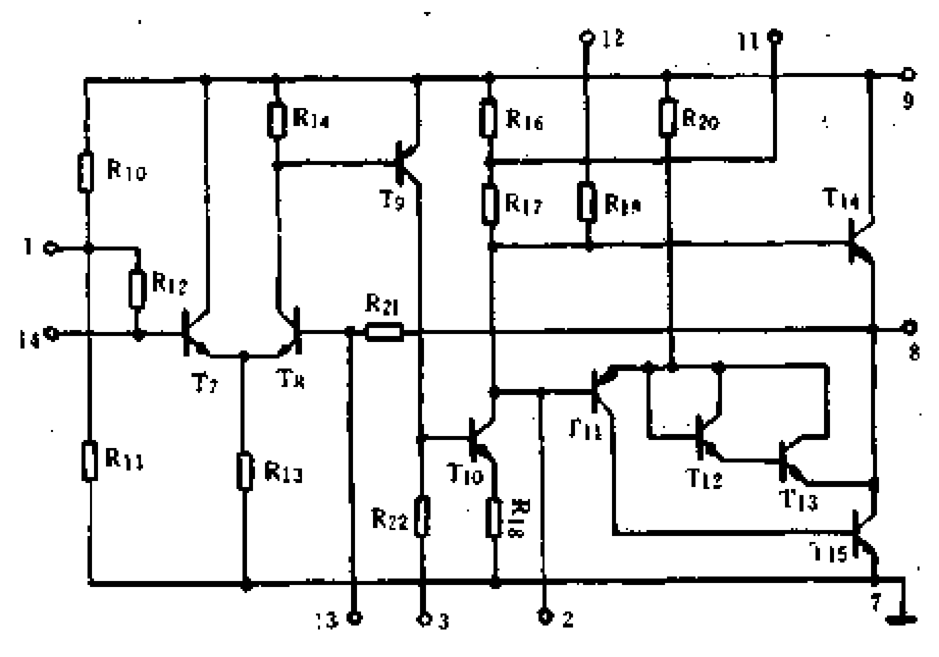



图 4-10

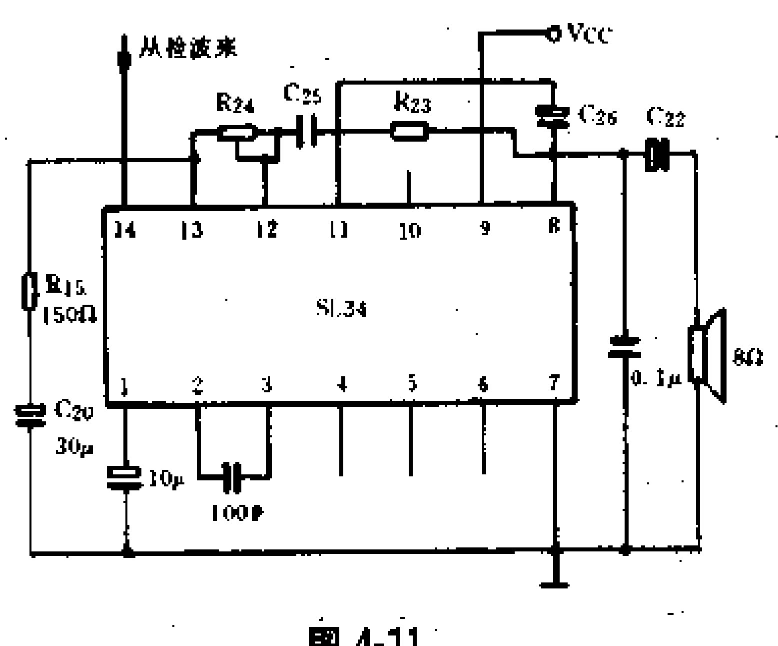



图 4-11

低频放大集成电路 SL34 的内部线路，是由三级电压放大和一级功率放大组成，而且各级之间直接耦合，第一级由 $T_7$、$T_8$二个管子构成差分放大级，它具有两个输入端，一端是 $T_7$的基极，另一端则是从输出端经反馈电阻 $R_{21}$输入到 $T_8$的基极。从检波到功放是交流耦合。$T_7$的基极直流偏置由 $R_{10}$、$R_{11}$分压取得，然后经 $R_{12}$供给 $T_7$ 的基极。信号经这一级放大后，便输送到 PNP 管 $T_9$ 的基极，作第二次放大。第三级放大由 NPN 管 $T_{10}$完成，并在 $R_{16}$、$R_{17}$电阻上建立起电压。$T_{11}$、$T_{14}$、$T_{15}$构成互补 OTL 输出级，输出并经电阻 $R_{21}$反馈到 $T_8$的基极，以实现直流负反馈，稳定工作点。另外，在(13)脚上可以从外部接入电阻 $R_{15}$和电容器 $C_{20}$，以控制交流反馈，使有一定的放大量。因对交流而言，$C_{20}$可视为短路，故交流反馈量就是 $R_{15}/R_{21}+R_{15}$。一般电路内部设计 $R_{21}$为 10kΩ，$R_{15}$外接约为 150Ω，并使功率放大量约有 100 倍。为保证有尽可能的输出，对互补管不采取直接复合的形式，而用 $T_{10}$、$T_{11}$、$T_{12}$、$T_{13}$的组

合形式。$T_{10}$的输出电压一方面加到NPN管$T_{14}$的基极上，一方面又加到PNP管$T_{11}$的基极上。由$T_{11}$完成倒相作用，倒相的电流再去驱动$T_{15}$。这样在正半周时，$T_{14}$导通，负半周时，$T_{11}$、$T_{15}$导通，从而完成互补的作用。信号在负半周时，输出电压仅受$T_{15}$的饱和压降的限制，从而可以提高输出幅度。$T_{12}$、$T_{13}$两个三极管实际上起的是两个串联二极管的作用，它们起限制$T_{11}$的导通程度，控制适当的静态电流。

为克服$T_{14}$的正向压降及$R_{16}$、$R_{17}$上压降对输出最高幅度的限制，SL34可加自举电路。自举电路由$C_{26}$、$R_{16}$来完成。$R_{24}$、$C_{25}$、$R_{23}$用作音调控制。

## 二、采用进口集成电路组成的多片收音机

前面介绍了用国产集成电路组成的多片调幅集成电路收音机。下面再介绍采用进口集成电路组成的多片调幅、调频、立体声收音机。

多片调幅、调频、立体声收音机的组合方式很多，基本可分三大类：①[调频头]+[调幅变频、公共中放、调幅检波、鉴频+低放]+[立体声解调]；②[调频头]+[公共中放、调幅变频+调幅检波+鉴频]+[立体声解调]+[低放]；③[调频头]+[公共中放]+[调幅检波]+[调频鉴频]+[立体声解调]+[低放]。图4-12表示可能组合的方式，并列出了可以应用的常见集成电路的例子。

图4-13是用TA7335P、ULN2204A、ULN3809A及ULN2283B等四块集成电路组成的调幅、调频、立体声收音机。该机可接收调幅中波和调频广播。

调频信号自天线进入，经10pF电容送至TA7335P的(1)脚(FM高放输入端)。(3)脚外接高放负载调谐电路$L_2$等，由(4)脚回送到混频级。(7)脚外接本振调谐电路$L_3$，(8)、

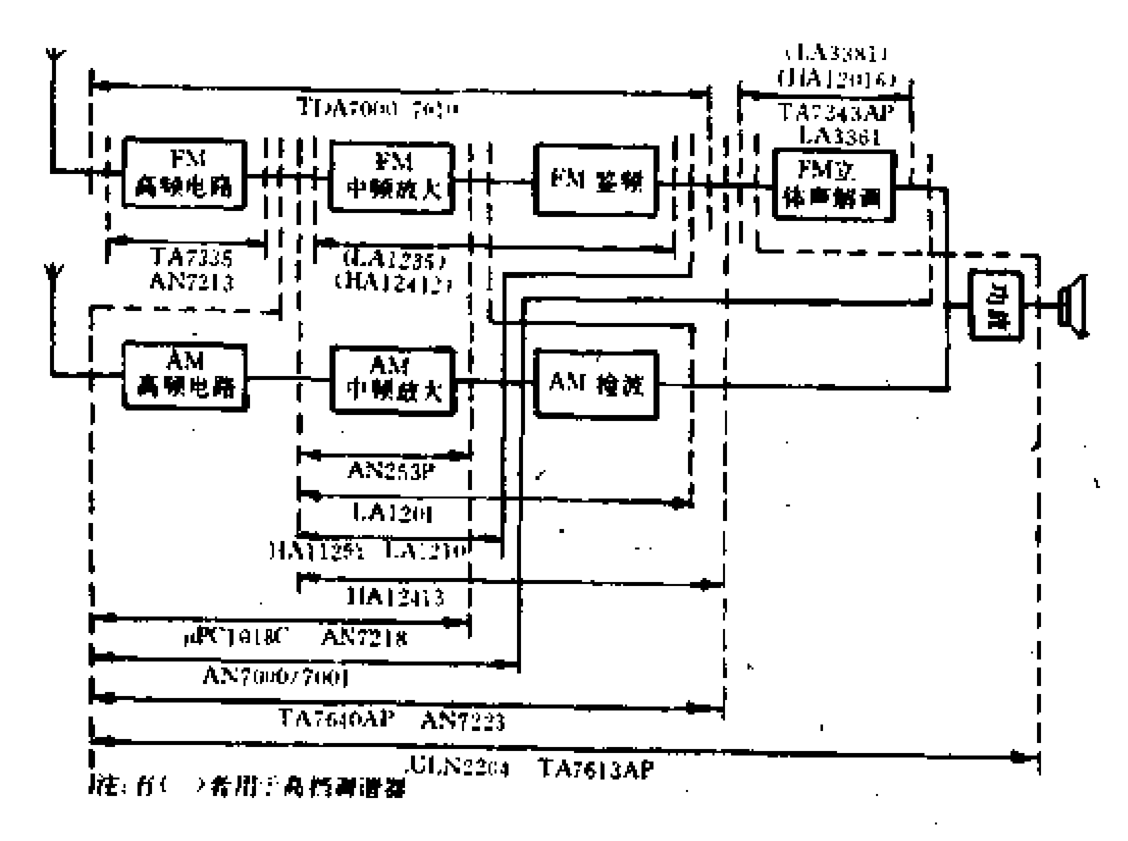



图 4-12

(9)脚接入负偏及 AFC 控制电压,控制本振变容二极管。变频后的中频信号由(6)脚经 $B_1$ 送至 ULN2204A 的(2)脚,(2)脚内部为共用中放电路,调频中频 10.7MHz 信号经其放大后输出,一路由集成块内部直接进入鉴频器(采用相移乘法鉴频器),另一路由(15)脚输出,经鉴频器的外部移相网络,对 10.7MHz 信号相移 90°,再由(14)脚送入内部鉴频器。经鉴频检出的信号从(8)脚输出,经耦合电容进入 ULN3809A 的(2)脚输入并进行解调,再由其(4)、(5)脚分别输出 R、L 两路信号,(4)脚输出的音频信号送至 ULN2283B 作功率放大并推动一只扬声器工作;(5)脚输出音频信号返回 ULN2204A 的(9)脚作功率放大并推动另一只扬声器工作。由图 4-13 知,该机只用了一块单低放 ULN2283B,另一路低放由 ULN2204 中的一路低放担任,故仍保持两路立体声。ULN2283B 的性

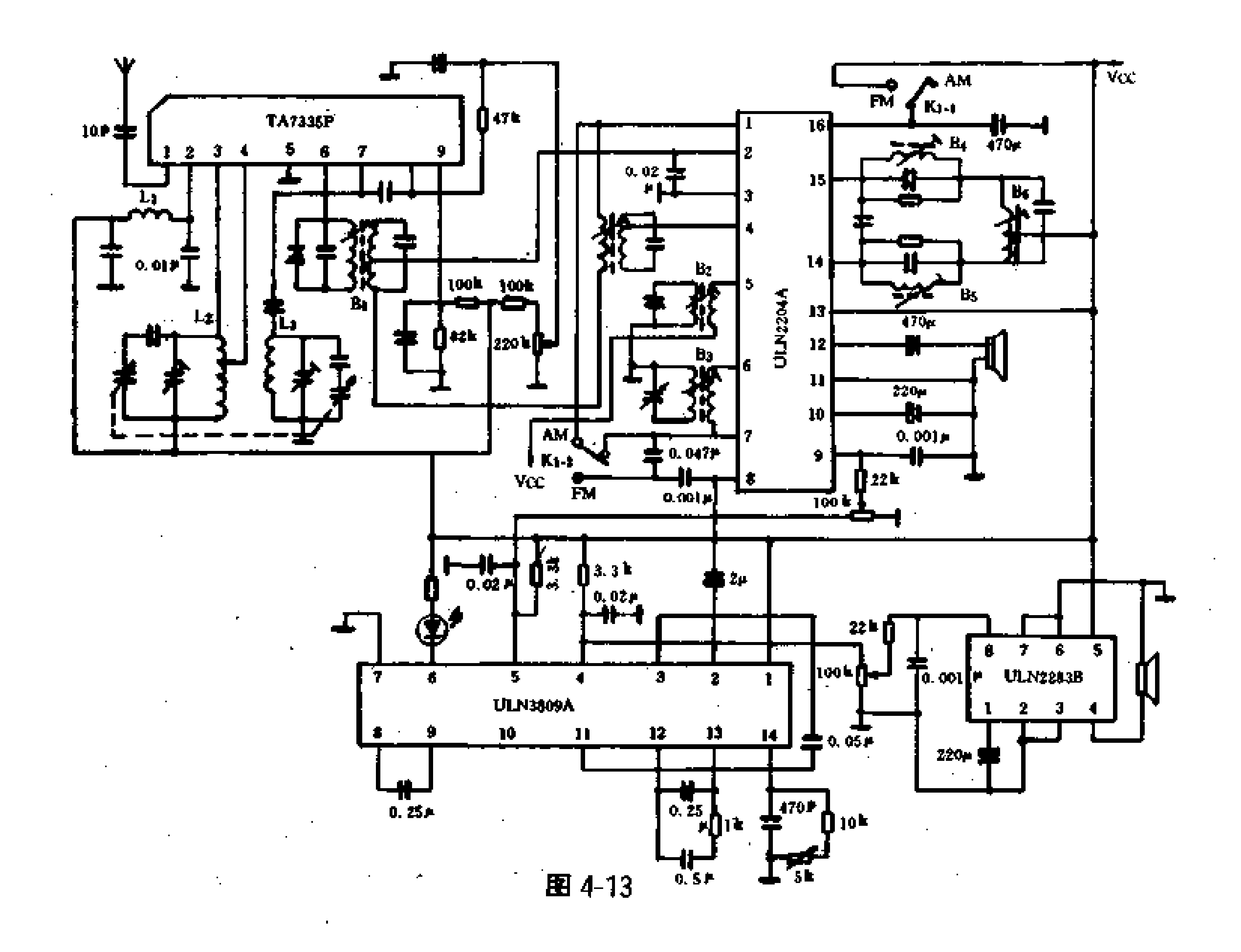

TA7335P
ULN2204A
ULN3809A
ULN2283B
VCC
AM
FM
10P
47k
0.01μ
100k
82k
220k
0.02μ
0.047P
0.001μ
470μ
220μ
22k
3.3k
2μ
0.05μ
0.25μ
0.5μ
1k
10k
5k


图 4-13

能和 ULN2204A 中的低放部分基本相同，因而，能保持左、右两声道特性的对称性。

## 第二节　单片集成电路收音机工作原理

单片集成电路收音机的集成度比多片集成电路收音机更高，所用元件更少。可分为单片调频收音机、单片调频/调幅收音机和单片调频/调幅立体声收音机等不同功能的收音机。为了具体地介绍单片收音机工作原理，下面仍以实例加以介绍。

### 一、CXA1019A 单片调幅/调频收音机工作原理

图 4-14 是用 CXA1019A 组成的单片集成电路调幅/调频收音机整机电路图。它分为调幅与调频两部分。

#### (一)调幅(AM)部分工作原理

从图 4-14 可以看出：中波电台调幅信号由磁性天线中的线圈 $L_1$ 和可变电容器 $C_6$、微调电容 $C_7$ 组成的调谐回路选择后，输送到集成电路 IC 的第(10)脚。集成电路内的本机振荡器通过第(5)脚与本振线圈 $L_5$、可变电容 $C_{14}$(与 $C_6$ 同轴)和微调电容 $C_{15}$组成本机振荡电路，产生本振信号。本振信号与第(10)脚送来的调幅电台信号在集成电路内部进行混频，并获得 465kHz 中频信号，而后从第(14)脚输出。输出的中频信号经中周 $B_1$ 和 $CF_3$ 的 465kHz 陶瓷滤波电容选频后，耦合到(16)脚进入集成电路的内部电路进行中频放大。放大后的中频信号经内部电路的检波器检波，被检出的音频信号经集成电路第(23)脚输出。这个输出的信号经音量电位器 $W_1$ 调控后，耦合到第(24)脚，又进入内部电路的音频放大器进行功率放大。放大后的音频信号由集成电路的第(27)脚输出，经 $C_{28}$ 耦合到扬声器发出声音。

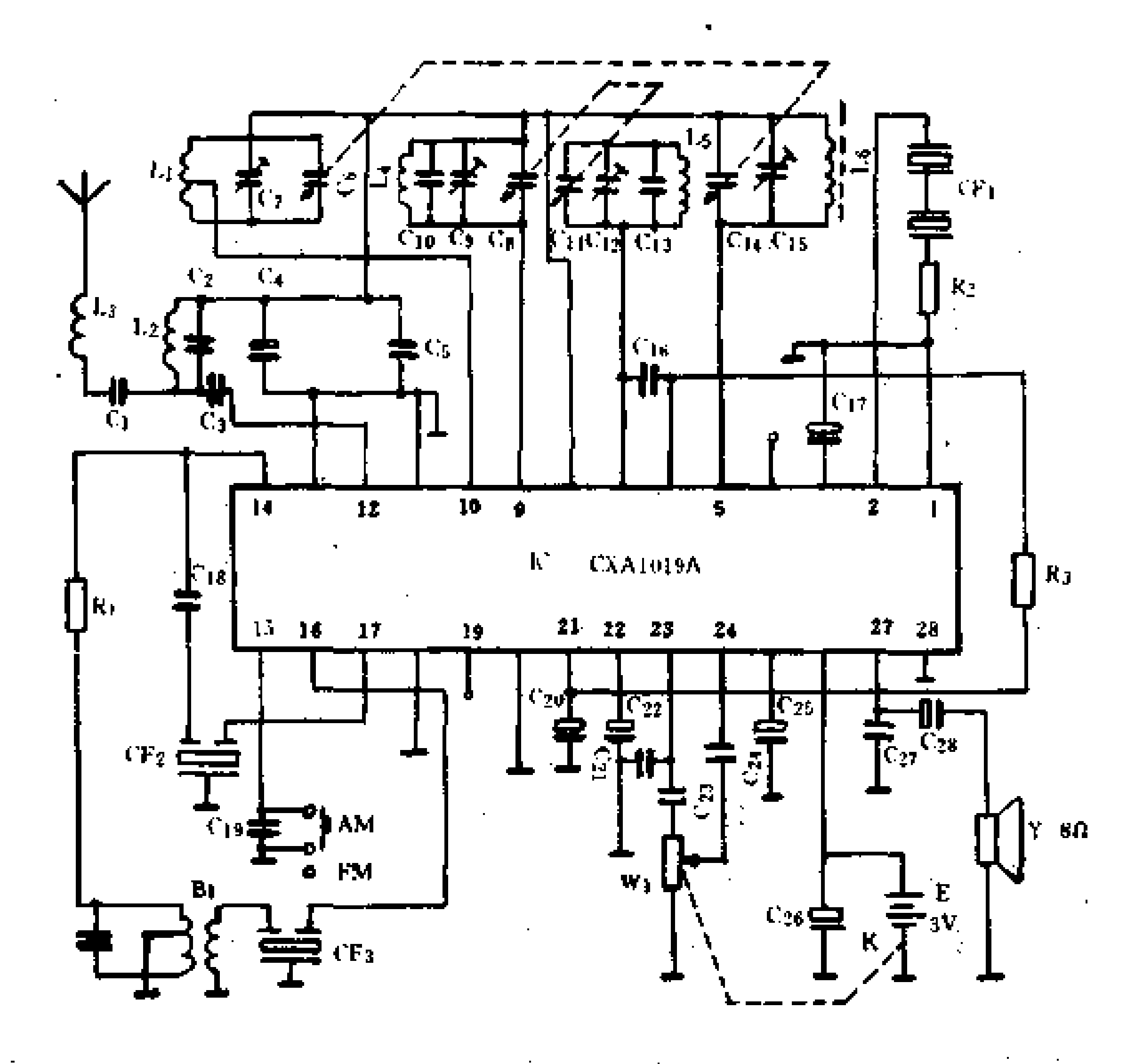


图 4-14

（二）调频（FM）部分工作原理

外围电路中，由 $L_3$、$C_1$、$L_2$ 和 $C_2$ 组成一个"带通滤波器"，其作用是抑制调频波段以外的电台信号。由高放线圈 $L_4$、可变电容 $C_8$、微调电容 $C_9$ 组成一个"并联谐振回路"，其功能是对高频信号进行选择。当天线接收到调频电台信号，经过外围电路中的"带通滤波器"，滤去调频波段以外的信号，使单纯的调频信号顺利通过并输送给集成电路的第（12）脚，在 IC 内部电路进行高频放大。放大后的高频信号，与第（9）脚的并联谐

振回路选取的高频信号，在集成电路内的混频器进行混频。混频后获得 10.7MHz 的中频信号，并由集成电路第(14)脚输出。这时，中频信号经过 $CF_2$ 的 10.7MHz 陶瓷滤波器进行选频。选频后的信号进入集成电路第(17)脚 FM(调频)中频放大器进行放大。放大后的 FM 中频信号马上被送往 FM 鉴频器和与第(2)脚相连接的 $CF_1$ 的 10.7MHz 鉴频滤波器；经鉴频和滤波之后的音频信号与 AM 相同，并从集成电路第(23)脚输出。这个输出信号经音量电位器 $W_1$ 调控后，耦合到第(24)脚，又进入内部的音频功率放大器进行功率放大。放大后的音频信号由第(27)脚输出，经过 $C_{28}$ 耦合到扬声器发出声音。

(三)集成电路其它引脚所接元件的作用

第(15)脚与地之间串接一只 $C_{19}$ 电容，在其两端并接一只 1×1 的波段开关。当第(15)脚直接接地时，集成电路处于 AM(调幅)工作状态；当第(15)脚通过 $C_{19}$ 接地时，集成电路处于 FM(调频)工作状态。

第(21)、(22)脚分别接电容 $C_{20}$、$C_{22}$，它们与集成电路内部的 AGC 自动增益控制电路相连接，控制增益达 45dB 以上。$C_{20}$、$C_{22}$、$R_3$ 与第(21)、(22)、(6)脚所连成的电路组成 AFC(自动频率控制)电路，使 FM 接收频率更加稳定。

第(19)脚可接发光二极管作为调谐指示，也可以在(19)脚与(4)脚之间连接 FM 降噪电阻，用来抑制调谐到无电台信号位置时由于高增益引起的噪声。

二、LA1816/M 单片调频/调幅立体声收音机工作原理

图 4-15 是用日本三洋公司生产的 LA1816/M 单片 AM/FM 立体声收音机电路图。LA1816 采用 24 脚双排列直插式塑料封装；LA1816M 采用 24 脚双排列扁平式塑料封装。这

两种电路内部结构及各种电参数完全相同，只是外形结构不一样。该机的工作原理分析如下：

（一）FM 立体声工作原理

在图 4-15 中，当开关 K 置于 FM 位置时，电路工作于调频立体声接收状态。当有 FM 信号时，FM 信号被天线接收，经带通滤波器 BPF 送入 IC 的(24)脚，经 IC 内部的 FM 高放电路放大选频后送入 FM 混频器，与 FM 本机振荡器送来的本振信号差频，产生 10.7MHz 的中频信号并由 IC 的(2)脚输出。(2)脚输出的中频信号再经 10.7MHz 的陶瓷滤波器 $Z_2$ 选频后，送入 IC 的(4)脚内部 FM 中放电路。中频信号经中放电路放大后，再经鉴频器鉴频产生音频信号，由 IC 的(16)脚输出。然后由 $C_{11}$ 耦合到 IC 的(15)脚内部的立体声解码电路，经解码电路解调后，由 IC 的(13)、(14)脚输出左、右声道的音频信号，再分别经 $C_8$、$C_9$ 和音量电位器 $W_2$、$W_3$ 送入音频功放集成电路 TDA2822M 的(6)脚和(7)脚。经功率放大后的左、右声道信号再分别由其(1)、(3)脚输出，最后经 $C_{18}$、$C_{19}$ 耦合给喇叭，还原出声音。

与 IC 的(22)脚相联的 $L_3$、$C_{1\text{-}2}$ 组成 FM 高放调谐回路。调节 $C_{1\text{-}2}$ 可改变回路的谐振频率，从而达到选择电台的目的。与 IC 的(20)脚相联的 $L_4$、$C_{1\text{-}3}$ 组成 FM 本机振荡回路，该回路与 IC 内部的本振电路共同组成 FM 本机振荡器，为 FM 混频电路提供本振信号。$Z_3$ 是一只谐振频率为 10.7MHz 的两端陶瓷滤波器，作为鉴频器的电抗变换负载。$C_{12}$、$C_{14}$ 是立体声解码电路的锁相环滤波电容。$W_1$、$R_3$、$C_{13}$ 是 IC 内部压控振荡器(VCO)的频率调整网络。调节 $W_1$ 可改变压控振荡器的振荡频率。与 IC 的(9)脚相联的发光二极管 LED 起立体声指示作用。当接收调频立体声信号时，立体声复合信号中的导频

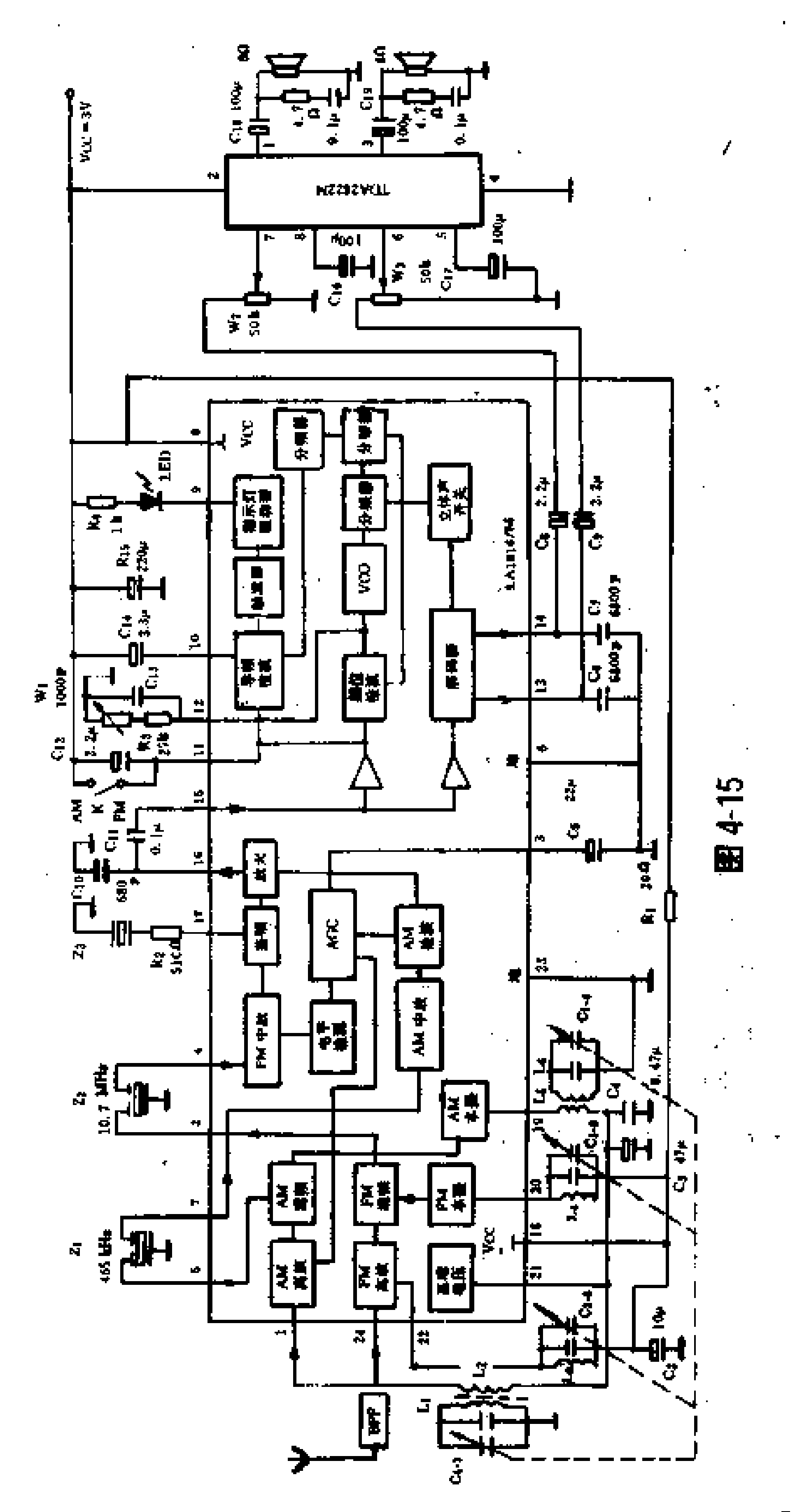



图 4-15

信号经 IC 内部的导频检波、触发器和指示灯驱动发光二极管 LED 发光。

(二)AM 接收工作原理

$L_1$ 是中波天线线圈。$L_1$、$C_{1\text{-}1}$组成调幅中波段的输入调谐回路，起接收选择信号作用。中波信号经 $L_1$ 接收后耦合到 $L_2$，再由 $L_2$ 送入 IC 的(1)脚内部的 AM 高放电路，经高放电路放大后送入 AM 混频电路，与 AM 本振电路送来的本机振荡信号混频后，产生 465kHz 的中频信号，由 IC 的(5)脚输出。再经谐振频率为 465kHz 的陶瓷滤波器 $Z_1$ 选频后进入 IC (7)脚内部的 AM 中放电路，经中放电路放大后，再经检波器检波，产生音频信号由 IC 的(16)脚输出。(16)脚输出的音频信号再由 $C_{11}$耦合到 IC 的(15)脚。由于立体声开关的作用，AM 音频信号直接通过立体声解码电路，并由 IC 的(13)、(14)脚输出两路相同的音频信号，再由 $C_8$、$C_9$ 耦合给功率放大集成电路 TDA2822M 放大，去推动喇叭还原出声音。

$L_6$、$C_{1\text{-}4}$组成调幅波段的本机振荡回路，$L_6$ 两端的振荡电压经 $L_5$ 耦合给 IC 内部的 AM 本振电路，由 AM 本振电路为 AM 混频器提供本振信号。$C_3$、$C_4$ 为旁路电容，使 $L_2$、$L_9$ 交流接地。$R_1$、$C_2$ 是电源退耦网络，$C_2$ 并且还起旁路作用，使 $L_3$、$C_{1\text{-}2}$组成的 FM 高放调谐回路交流接地。$C_5$ 是 AGC 滤波电容，$C_6$、$C_7$ 是高频旁路电容，抑制 IC 的(13)、(14)脚输出的高频噪声信号。$C_8$、$C_9$ 是音频信号耦合电容。$W_2$、$W_3$ 是音量电位器。$C_{15}$是电源滤波电容。$C_{1\text{-}1}$～$C_{1\text{-}4}$是一只四联可变电容，其中 AM 本振联为 4～82pF，AM 天线联为 4～140pF；FM 本振联与天线联是 3.5～20pF 的等容双联。表 4-2 给出了 LA1816/M 的各引脚功能及在路直流电压参考值。

表 4-2　LA1816/M 引脚功能及直流电压($V_{cc}=3V, T_a=21℃$)

| 引脚 | 功　　能 | 电压(V) | | 引脚 | 功　　能 | 电压(V) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AM | FM | | | AM | FM |
| 1 | AM 天线输入 | 1.3 | 1.3 | 13 | 左声道输出 | 1.0 | 1.0 |
| 2 | FM 混频输出 | 2.2 | 1.3 | 14 | 右声道输出 | 1.0 | 1.0 |
| 3 | AM　AGC | 0.8 | 0 | 15 | 复合信号输入 | 0.6 | 0.6 |
| 4 | FM-IF 输入 | 1.2 | 1.2 | 16 | 检波输出 | 0.3 | 1.2 |
| 5 | AM 混频输出 | 0.4 | 0.4 | 17 | FM 鉴频回路 | 2.1 | 1.6 |
| 6 | 中频接地 | 0 | 0 | 18 | 高频电路电源 | 3.0 | 3.0 |
| 7 | AM-IF 输入 | 1.2 | 1.2 | 19 | AM 本振回路 | 1.3 | 1.3 |
| 8 | 中频电路电源 | 3.0 | 3.0 | 20 | FM 本振回路 | 2.9 | 2.3 |
| 9 | FM 立体声指示 | — | — | 21 | 基准电压 | 1.2 | 1.2 |
| 10 | PLL 低通滤波 | 1.8 | 1.4 | 22 | FM 高频输入 | 2.9 | 2.3 |
| 11 | PLL 低通滤波 | 2.9 | 1.5 | 23 | 高频接地 | 0 | 0 |
| 12 | VCO 调整 | 0 | 1.7 | 24 | FM 天线输入 | 0 | 0.4 |

## 三、TA7641BP 单片调幅收音机工作原理

图 4-16 所示是牡丹牌 MX108B 单片调幅收音机的整机电路图。该机采用日本东芝公司生产的单片收音机集成电路 TA7641BP。集成电路内部包括从变频到功率放大的全部功能。接收频率范围为 525～1605kHz，标称有用功率不小于 50mW，灵敏度较高，耗电较少，整机静态工作电流小于 2mA。

TA7641BP 内部电路方框图和各引脚功能参见第三章介绍。TA7641BP 的各引脚工作电压参见附录二表中所列。

TA7641BP 主要外围元件参数是：

1. 中波磁性天线线圈 $L_1$。天线线圈用 SQAJΦ0.07mm×3 导线，1、2 端平绕 115 圈，3、4 端平绕 25 圈，两组紧靠无间距。

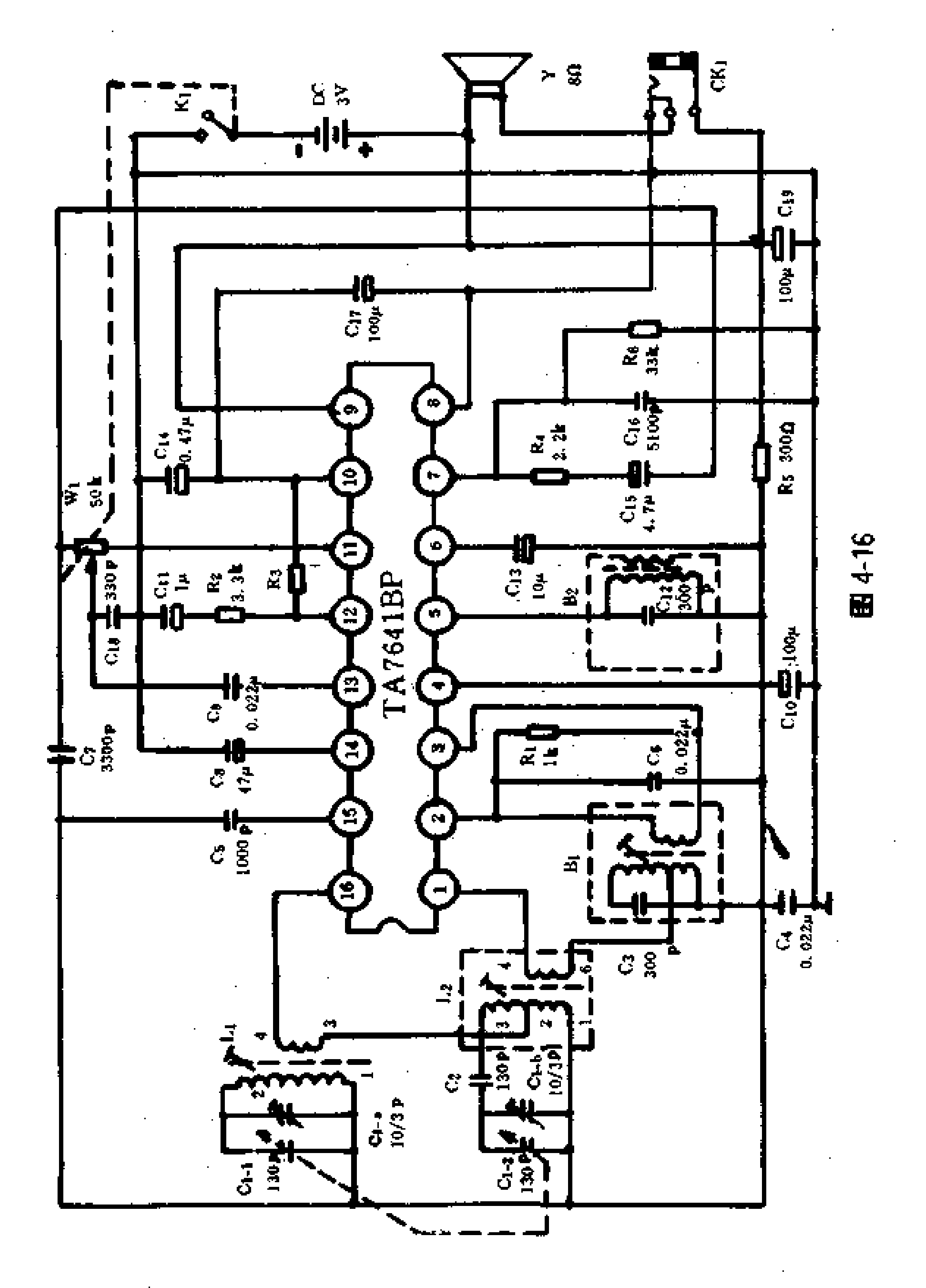

TA7641BP
Y
8Ω
CK1
DC
3V
K1
W1
50k
C17
100μ
C19
100μ
R6
33k
R4
2.2k
C16
5100p
C15
4.7μ
R5
300Ω
C14
0.47μ
C13
10μ
B2
C12
300p
C11
1μ
R2
3.3k
R3
C18
330p
C9
0.022μ
C10
100μ
C7
3300p
C8
47μ
R1
1k
C6
0.022μ
C5
1000p
B1
C3
300p
C4
0.022μ
L1
L2
C2
130p
C1-b
10/3P
C1-a
10/3P
C1-1
130p
C1-2
130p

图 4-16

2. 振荡线圈 $L_2$。振荡线圈 $L_2$ 的型号为 SZZ1002，$Q>70$。线圈 1、2 端 25 圈，2、3 端 105 圈，4、6 端 10 圈。

3. 中频变压器 $B_1$、$B_2$。$B_1$ 为变频级中频变压器，型号为 TF1004。$B_1$ 初级回路谐振频率为 465±10kHz，回路电容为 $C_3$。$B_2$ 为检波中频变压器，型号为 TF1005。$B_2$ 线圈与 $C_{12}$ 组成谐振回路，谐振频率为 465±10kHz（$B_2$ 次级线圈空着不用）。

TA7641BP 单片机工作原理是：磁性天线（磁棒）接收的电台信号，由输入回路（$L_1$ 的 1、2 端和 $C_{1\text{-}1}$、$C_{1\text{-}a}$ 组成）选出所需的电台信号耦合到次级 4、3 端，由 4 端注入集成块（16）脚（块内变频级输入端）。$L_1$ 的 3 端经 $L_2$ 通过旁路电容 $C_4$、$C_{10}$ 交流接地。（15）脚通过高频旁路电容 $C_5$ 交流接地。

本振回路由 $L_2$ 初级 1、3 端与电容 $C_2$、$C_{1\text{-}2}$、$C_{1\text{-}b}$ 组成。本振信号由 2 端输出，经 $L_1$ 的次级注入（16）脚。$L_2$ 采用部分接入式，主要是减小集成块内部变频级对本振回路的影响。高频信号与本振信号在块内变频级完成频率变换后，由（1）脚输出，经 $L_2$ 次级线圈，注入中频变压器 $B_1$。$L_2$ 次级线圈圈数很少（只有 10 圈），它把一小部分能量耦合到初级，提供本振工作时所需要的能量。由（1）脚输出的信号含有多种频率，经中频变压器 $B_1$ 初级谐振回路，选出差频为 465kHz 的调幅中频信号，耦合到 $B_1$ 的次级。$R_1$ 为 $B_1$ 次级负载电阻，$R_1$ 两端的信号经（3）、（2）脚注入集成块内中放电路，（2）脚外接中频旁路电容 $C_6$。

中频信号由集成块内中放电路放大，送入检波电路。检波电路需要的中频谐振回路（$B_2$、$C_{12}$ 组成）由（5）脚外接。（6）脚外接电解电容 $C_{13}$ 为内部中放 AGC 电路需要的音频信号滤波电容。检波信号由（7）脚输出，$R_6$ 为检波器负载电阻，输出信号的中频分量由电容 $C_{16}$ 滤除。音频信号经电阻 $R_4$、电解电

容 $C_{15}$送入音量电位器 $W_1$。

音频信号由 $W_1$ 的中间滑动头输出，经 $C_9$ 注入(13)脚。(13)脚为块内低放电路的输入端，$C_9$ 为耦合隔直电容，电容器 $C_{18}$旁路高、中频干扰信号，防止自激。(12)脚外接电阻 $R_2$ 和电解电容 $C_{11}$为块内低放电路的负馈电路。经低放电路放大的音频信号由(10)脚输出，(10)脚外接的 $R_3$ 为负反馈电阻，改善放大器性能。$C_{14}$为消振电容，用以防止自激。输出的音频信号经电容 $C_{17}$送入扬声器，$C_{17}$一端与(8)脚相接，兼作自举电容。(9)脚为低放电路的外接电源，$C_{19}$为电源去耦电容，$CK_1$ 为外接耳机插孔。

## 四、TA8127N 调频/调幅立体声收音机工作原理

### (一)工作原理

TA8127N(以下简称 IC，电路参见图 3-28)单片立体声收音机集成电路，只要外接一只双功放集成电路和外围元件，就可以组成袖珍式或其它式样的 AM/FM 立体声收音机。

把波段开关置于调幅(AM)收音时，外来调幅信号经磁棒天线和调谐回路($C_1$、$C'_1$、$L_1$)送入 IC 的(24)脚，与(20)脚外接的振荡回路($C_4$、$C'_4$、$R_6$、$L_4$)和 IC 内的振荡电路，组成(AM)振荡器，在 IC 内进行混频，混频后的 AM 中频信号经限幅放大后，由(4)脚输出。在(4)脚外接 AM 中频变压器 $B_2$ 选频后，输出 465kHz 的中频信号，经中频陶瓷滤波器($CF_1$)选频后，由(7)脚输入到 IC 内部的 AM 中频放大电路、检波电路和音频预放电路，经 AM/FM 电子开关从(19)脚输出。其输出幅度受 AGC 电压[在(5)脚滤波后所得 AGC 电压，(5)脚也可以接地]的控制。另外 AGC 电压还根据 AM 和 FM 检波电平输出的调谐电压送至调谐指示电路，控制(10)脚的调谐指示发光二极管 $D_1$ 发光[有的收音机(10)脚空着]。

把波段开关置于调频(FM)收音时,外来调频信号经87～108MHz的带通滤波器(BPF)从(1)脚输入到IC内,经IC内的高频放大后,与(23)脚外接的调谐回路、(21)脚外接的(FM)本机振荡回路(本振频率高出外来信号频率10.7MHz)进行FM混频。混频后的中频信号从(3)脚输出,在(3)脚外接混频器的选频回路$B_1$的选择作用下,选出FM中频信号,经10.7MHz中频陶瓷滤波器$CF_2$滤波后,从(8)脚输入到IC内,在IC内经FM中频放大后,送入到IC内的FM鉴频器[鉴相输出可调节(12)脚外接FM鉴频线圈$L_5$的电感量,可以改变10.7MHz在S曲线上的位置,$R_5$的作用是改善S曲线的线性范围]。经鉴频检出的音频信号在IC内放大后,并由AM/FM电子开关控制,由(19)脚输出。

在较高档次的机型中,如图3-28中的虚线所接元件,即在(19)脚与(21)脚连接的$R_6$、$R_7$、$D_3$、$C_{10}$组成了FM的AFC电路,从而改变(21)脚FM振荡回路的等效电容,起到了自动频率控制的作用。

(二)立体声解码电路

调幅调频音频信号,从(19)脚输出后,经$C_{11}$送入到IC内的立体声复合信号放大器,放大后分为三路:第一路直接送入立体声解码器;第二路送入鉴相器A,在那里将复合信号的19kHz的导频信号与压控振荡器VCO产生的76kHz的振荡信号,经四分频并移相90°后,进行相位比较,输出一个误差电压。经(17)脚外接锁相环低通滤波器滤除高频成分,再反馈控制VCO的振荡频率和相位,直至环路锁定。(15)脚外接RC是压控振荡器的定时元件,可以微调VCO的固有频率;第三路送到鉴相器B,在那里将复合信号中的19kHz的导频信号与四分频后的19kHz信号进行频率比较,当频率相同

时，相位差为零，鉴相器B输出电压幅度最大。此电压经(16)脚外接低通滤波后，并由IC内直流放大器放大，再去控制施密特触发器，当达到一定的电平时，触发器就会翻转，使立体声指示驱动电路工作，(11)脚外接发光二极管发光。与此同时，立体声/单声道开关打开。由VCO二分频后的38kHz立体声解调基准信号得以送至解调放大器与第一路直通的立体声复合信号在双平衡乘法器的开关特性作用下，解调出左右声道信号，分别由(13)、(14)脚输出，经双音量电位器，送入双功放集成电路放大，去推动左右声道扬声器发出声音。

表4-3　TA8127N各引脚功能及直流工作电压值

| 管脚号 | 功　　能 | 管脚电压(V) | | 管脚号 | 功　　能 | 管脚电压(V) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AM | FM | | | AM | FM |
| 1 | FM天线输入 | 0 | 0.7 | 14 | 左声道输出 | 1.0 | 1.0 |
| 2 | 高频接地 | 0 | 0 | 15 | VCO调整 | 2.5 | 2.6 |
| 3 | FM混频输出 | 3.0 | 3.0 | 16 | 导频检测低通滤波 | 3.0 | 2.2 |
| 4 | AM混频输出 | 3.0 | 3.0 | 17 | 锁相环低通滤波 | 3.0 | 2.2 |
| 5 | AGC | 1.0 | 1.4 | 18 | 立体声复合信号输入 | 0.7 | 0.7 |
| 6 | 中频部分电源$V_{cc}2$ | 3.0 | 3.0 | | | | |
| 7 | AM中频输入 | 3.0 | 3.0 | 19 | AM/FM检波输出 | 1.5 | 1.2 |
| 8 | FM中频输入 | 3.0 | 3.0 | 20 | AM本振回路 | 3.0 | 3.0 |
| 9 | 中频接地 | 0 | 0 | 21 | FM本振回路 | 3.0 | 3.0 |
| 10 | 调谐指示输出 | — | — | 22 | 高频部分电源$V_{cc}1$ | 3.0 | 3.0 |
| 11 | 立体声指示输出 | — | — | 23 | FM高放调谐回路 | 3.0 | 3.0 |
| 12 | FM鉴频回路 | 3.0 | 3.0 | 24 | AM天线输入 | 3.0 | 3.0 |
| 13 | 右声道输出 | 1.0 | 1.0 | | | | |

### 五、ULN2204单片调频/调幅收音机工作原理

ULN2204的内部电路方框图参见图3-30。图4-17是集

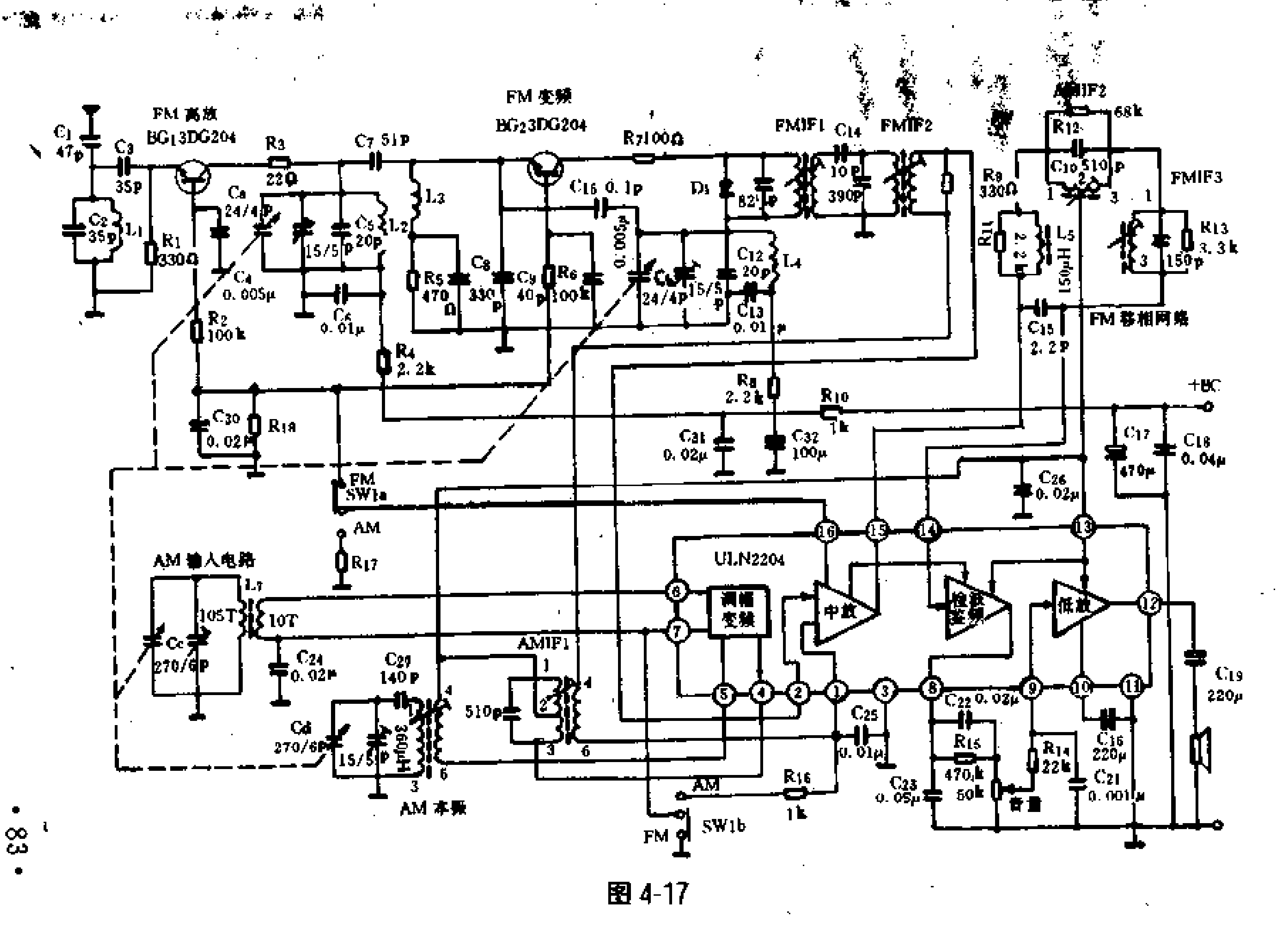

FM 高放
BG1 3DG204
FM 变频
BG2 3DG204
FMIF1
FMIF2
FMIF3
FM 移相网络
ULN2204
中放
低放
调幅变频
AMIF1
AM 本振
AM 输入电路
音量
SW1a
SW1b
AM
FM
C1 47p
C3 35p
C2 35p
R1 330Ω
R2 100k
R3 22Ω
R4 2.2k
R5 470Ω
R6 100k
R7 100Ω
R8 2.2k
R9 330Ω
R10 1k
R11 2.2k
68k
R12
R13 3.3k
R14 22k
R15 470k
R16 1k
R17
R18
C4 0.005μ
C5 20p
C6 0.01μ
C7 51p
C8 330p
C9 40p
C10 510p
C16 0.1p
C12 20p
C13 0.01μ
C14 10p
390p
82p
C15 2.2p
C16 220μ
C17 470μ
C18 0.04μ
C19 220μ
C21 0.001μ
C22 0.02μ
C23 0.05μ
C24 0.02μ
C25 0.01μ
C26 0.02μ
C29 140p
C30 0.02μ
C31 0.02μ
C32 100μ
L5 150μH
360μH
10T
105T
270/6P
24/4P
15/5P
510p
50k

图 4-17

成电路调频/调幅收音机整机电路图。各引出脚工作电压参见附录二表中所列。

(一)电路主要技术指标

1. 频率范围:AM:525～1605kHz

FM:88～108MHz

2. 工作电压范围:3～12V

3. 电源电流消耗较小,整机静态电流:FM≤13mA;AM≤10mA

4. 标称有用功率:>100mW

5. 功率放大器的负载阻抗范围较宽,可根据不同的电源电压及输出功率要求,选用8～45Ω范围内的扬声器。

(二)单片调频调幅集成电路ULN2204的特点

1. ULN2204的内部几乎包括了收音机所必需的电路,有独立的调幅振荡器、调幅双平衡混频器、调幅和调频中频放大器、调幅和调频解调器、AGC电路、AFC电路和功率放大器等。为使外接元件少且又便于集成,ULN2204内部大量采用直接耦合的电路形式。

2. 工作电压范围宽。ULN2204内部设有精密稳压电路,因而外加电源电压的范围大,其允许变动范围为3～12V。

3. 用集成双差分放大器组成混频器,提高了对信号中干扰成分的抑制能力。

4. 灵敏度高。具有5级中频放大,级间均采用直接耦合。前4级可加AGC控制。

5. 外接元件少。中频放大直接耦合,无需外接元件。整个功率放大部分只接1只退耦电容。

6. 功率放大器的输入阻抗高,约为200kΩ。

7. 调幅收音与调频收音的转换十分简单,仅用1只2×2

波段开关，控制 ULN2204 内部的电子开关，完成调幅收音与调频收音的转换。

（三）FM 电路工作原理

1. FM 调频电路：

（1）天线及输入电路。$C_1$ 为天线耦合电容，用来减小天线对输入电路的影响。$L_1$、$C_2$ 组成宽带低 Q 值谐振式输入电路。采用 QZ 型、线径 Φ0.8mm 的导线，在 Φ5.5mm 胎具上顺时针密绕 3.5 圈，脱胎而成空心线圈。天线接收的电台信号，由输入电路谐振，经隔直耦合电容 $C_3$ 注入高放级。

（2）高放级。高放级由晶体管 $BG_1$ 组成，起选台和信号放大的作用。$R_1$ 既是输入电路的负载电阻，又是 $BG_1$ 的发射极电阻，给晶体管提供直流通道；$R_2$ 为基极限流电阻。基极电位取自 ULN2204 第（16）脚外接电阻 $R_{18}$ 两端的电压；电容 $C_4$ 使 $BG_1$ 的基极交流接地，$BG_1$ 为共基极放大电路。$R_3$、$R_4$ 为集电极电阻，给集电极提供直流通道。其中 $R_3$（22Ω）为防振电阻，$R_4$ 起直流降压作用。由 $L_2$、$C_5$、$C_6$、$C_a$（四联可变电容器一联）组成可变调谐回路，为 $BG_1$ 的交流负载。$C_6$ 对高频信号视为短路，使 $L_2$ 下端交流接地，并且有隔直作用，避免集电极电位与地短接。高放线圈 $L_2$ 采用 QZ 型、线径 Φ0.8mm 的导线，在 Φ4.5mm 的胎具上逆时针密绕 3.5 圈，脱胎而成空心线圈。高放级的输出信号经耦合电容 $C_7$ 注入变频级。

（3）变频级。$BG_2$ 组成单管变频电路。$L_3$、$C_8$ 组成中频陷波器，防止中频自激。$L_3$ 线圈用 QZ 型、线径 Φ0.51mm 的导线，在 Φ4.5mm 的胎具上顺时针密绕 16.5 圈，脱胎而成空心线圈。$C_8$ 采用稳定性好的云母电容器；$R_5$ 为 $BG_2$ 的发射极电阻，$R_6$ 为基极限流电阻。$C_{10}$ 为基极旁路电容，使基极交流接地。$BG_2$ 为共基极电路。$R_7$、$R_8$ 为集电极电阻，$R_7$ 起防振作

用。由$L_4$、$C_{12}$、$C_{13}$、$C_4$组成本振回路。$C_{13}$(0.01μF)对高频信号相当于短路，它使$L_4$交流接地，并且起隔直作用，避免集电极直流电位与地短接。振荡线圈$L_4$用QZ型、Φ0.8mm的导线，在Φ4.5mm的胎具上逆时针密绕2.5圈脱胎而成空心线圈。本振回路与电容$C_9$、$C_{15}$和晶体管$BG_2$组成电容三点式振荡电路。$C_{15}$将本振信号注入$BG_2$的发射极，与高放级送来的信号在$BG_2$进行混频，几种频率的信号由$BG_2$集电极输出，经中频变压器FM $IF_1$初级谐振回路选出差频为10.7MHz的中频信号，耦合到FM $IF_1$次级(FM $IF_1$次级不调谐)。$C_{14}$为耦合电容，把FM $IF_1$次级线圈的信号注入到中频变压器FM $IF_2$的初级谐振回路，该谐振回路由FM $IF_2$初级线圈与其两端所并390pF电容组成，谐振频率为10.7MHz。$C_{14}$容量很小，容抗较大，大大减小了FM $IF_1$次级线圈对FM $IF_2$初级谐振回路的影响；所以$C_{14}$的容量不能选得太大。采用两个中频变压器是为了提高收音机的选择性，由FM $IF_2$次级输出的中频信号在$R_9$两端产生压降，$R_9$为FM $IF_2$次级信号的负载电阻，信号一端相当于交流接地(因为AM $IF_1$次级线圈和$C_{25}$对10.7MHz的信号相当于短路)，另一端信号送入集成块的(2)脚。

2. 中放及低放电路：中放及低放电路都在集成电路内部。集成块的(2)脚为内部共用中放电路的输入端。中频10.7MHz的信号经共用中放电路放大后输出，一路由集成块内部直接进入鉴频器(采用相移乘法鉴频器)；另一路由(15)脚输出，经鉴频器的外部移相网络对10.7MHz的信号相移90°，再由(14)脚送入内部鉴频器。移相网络由$L_5$、$R_{11}$和FM $IF_3$谐振回路组成。其谐振回路的谐振频率为10.7MHz。AM $IF_2$谐振回路的谐振频率为465kHz，对10.7MHz的信号

视为短路，经鉴频器检出的音频信号由(8)脚输出，(8)脚外接的电容 $C_{23}$ 可滤去中频分量，音频信号经耦合电容 $C_{22}$ 送入音量控制电位器 W，由中间滑动头输出，经电阻 $R_{14}$ 由(9)脚送入集成块内部低频放大器的输入端，(9)脚外接电容 $C_{21}$ 为残余中频信号的去耦电容，防止中频自激。(10)脚外接电容 $C_{16}$ 为低放电路去耦电容。音频信号经低放电路放大，由(12)脚输出，经耦合电容 $C_{19}$ 送入扬声器 Y 发出声音。

$C_{17}$、$C_{18}$、$R_{10}$、$C_{31}$、$C_{32}$ 为电源 π 型滤波电路。(13)脚外接电源电压，内接稳压电路。

**表 4-4 晶体管各极对地电压(参考值)**

| 管脚电压 / 电路代号 | Vc(V) | Ve(V) | Vb(V) |
|---|---|---|---|
| $BG_1$(高放级) | 1.8 | 0.2 | 0.8 |
| $BG_2$(变频级) | 1.7 | 0.2 | 0.8 |

(四)AM 电路工作原理

1. AM 高频电路：

(1)中波磁性天线 $L_7$。磁棒规格：MXO-400，$L_7$ 初级线圈用 Φ0.07mm×7QJST 导线(7 股)顺时针密绕 100 圈，分两段绕制。次级用同样规格的导线，顺时针密绕 10 圈。由 $L_7$ 初级线圈与半可调电容、$C_c$ 组成输入调谐电路，选择电台信号耦合到次级。

(2)变频电路。次级调幅信号送入集成块(6)脚，(6)脚为调幅混频器输入端。(7)脚与地之间接高频去耦电容 $C_{24}$，对高频信号 $C_{24}$ 相当于短路，(7)脚高频接地。

本振回路由 AM 本振初级线圈与可变电容器 $C_d$、补偿半

可调电容、垫整电容 $C_{27}$组成。接通电源，AM 本振次级线圈有电流通过，初级感应出相应的电压，引起本振回路的自由振荡，该振荡电压又耦合到次级，送入(5)脚内部振荡电路，振荡电路的频率决定于外接本振回路的频率。本振信号从集成电路内部混频器与外来高频信号在混频器完成频率变换，由(4)脚输出，经 AM $IF_1$ 初级线圈与所并 510pF 电容组成的中频谐振回路选出差频 465kHz 的调幅中频信号，耦合到次级。

2. 中放电路。AM $IF_1$ 次级信号送入集成块(2)脚共用中放电路输入端。(1)脚外接中频去耦电容 $C_{25}$，电容 $C_{25}$对 465kHz 的中频信号视为短路，相当于(1)脚交流接地。被放大的 AM 中频信号从(15)脚输出，经 AM $IF_2$、FM $IF_3$ 送入(14)脚。(14)脚内接检波器电路，$L_5$ 电感量很小，对 465kHz 的信号视为短路。FM $IF_3$ 谐振回路对 465kHz 的信号严重失谐，呈低阻抗，也视为短路。而 AM $IF_2$ 为调幅检波线圈，它与 $C_{10}$ 组成谐振回路，谐振频率 465kHz，为调幅检波器的外围元件；$R_{12}$为阻尼电阻，降低回路 Q 值，展宽频带；AM $IF_2$ 线圈接点为中点，左右线圈各 50 圈。

3. 低放电路。检波后的音频信号从(8)脚输出，送入共用低放电路，还原成声音。

**六、ULN3839A 单片调幅收音机工作原理**

ULN3839A 的内部电路方框图，各引脚功能参见第三章介绍。

图 4-18 是 ULN3839A 单片集成电路调幅收音机电路图。该收音机的工作原理是：调幅电台信号由磁性天线 $B_1$ 感应接收，送到由 $L_1$ 和 $C_{1A}$组成的谐振回路中，经调谐选择后，耦合到 $L_2$，送往集成电路 IC 的第(6)、(7)脚。本机振荡信号由集成电路 IC 内晶体管和外围电路 $B_2$ 产生。本振信号电压

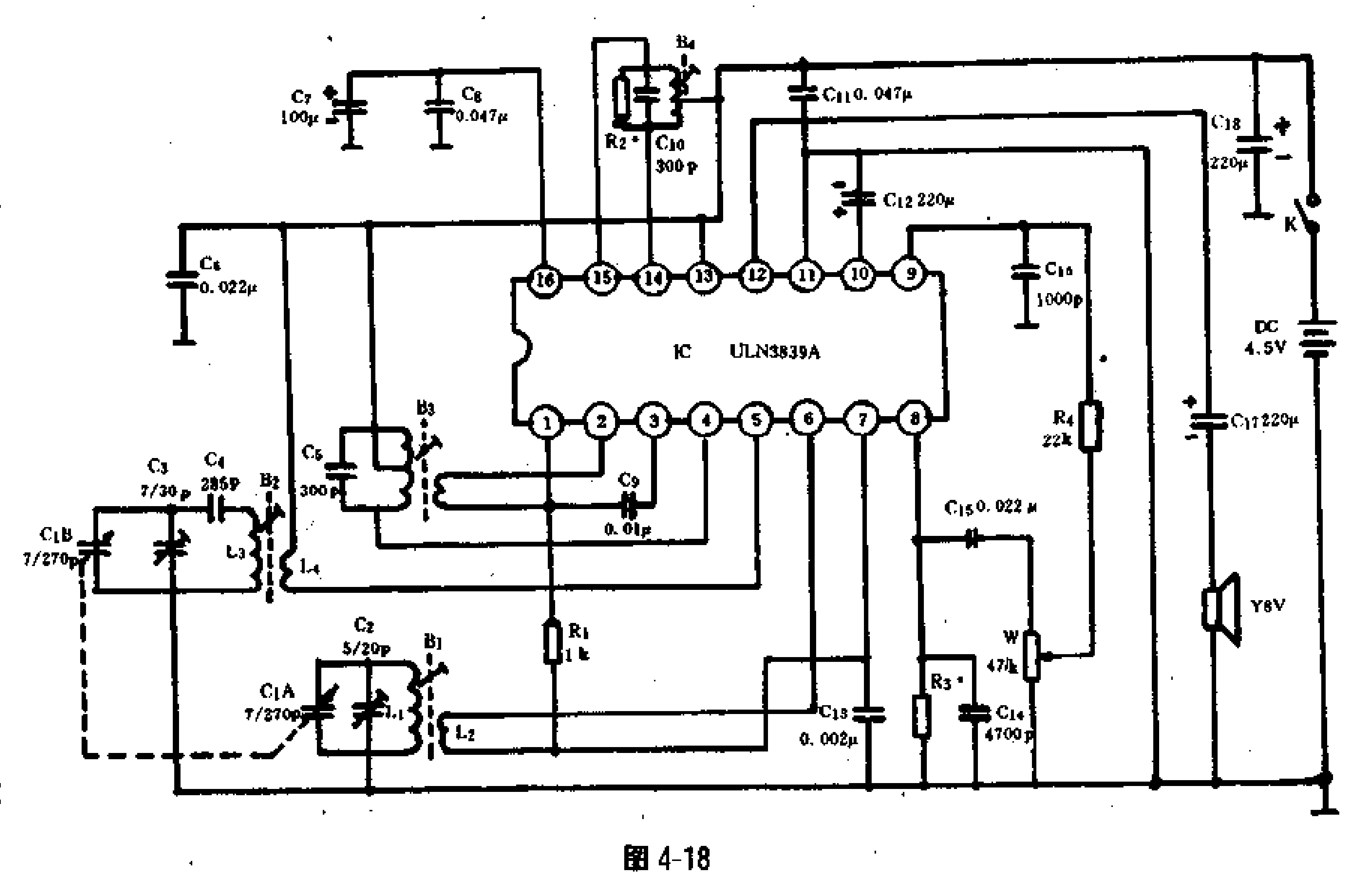

C7
100μ
C8
0.047μ
R2*
C10
300p
B4
C11 0.047μ
C18
220μ
C12 220μ
K
C6
0.022μ
C16
1000p
DC
4.5V
IC
ULN3839A
B3
C5
300p
R4
22k
C17 220μ
C3
7/30p
C4
285p
B2
C9
0.01μ
C15 0.022μ
C1B
7/270p
L3
L4
Y8V
C2
5/20p
B1
R1
1k
W
47k
C1A
7/270p
L1
L2
R3*
C13
0.002μ
C14
4700p

图 4-18

可在第(5)脚测得,约 300mV,并由 IC 内电路直接送到混频级。经混频后的中频信号(465kHz)由第(4)脚输送到第一中放电路,即输入中周 $B_3$。中周 $B_3$ 的次级感应电压从第(1)、(2)脚输入集成电路 IC 内的中频放大器进行放大。放大后的中频信号由第(15)脚输出,经中周 $B_4$ 从第(14)脚输入集成电路 IC 内进行检波。检出的音频信号由第(8)脚输出,并经 $C_{15}$、W、$R_4$ 进入第(9)脚进行音频放大。第(9)脚接有一电位器作为音量控制用。第(12)脚输出的是经放大后的音频信号。该信号通过 $C_{17}$耦合到扬声器放音。

集成电路其它引脚所接元件作用是:

第(1)脚与(7)脚之间跨接的电阻 $R_1$,起自动增益控制作用;第(16)脚外接的电容 $C_7$ 与 AGC 电路时间常数有关,$C_8$ 起高频去耦作用。

第(1)脚与(3)脚间所跨接的电容 $C_9$ 是中频旁路电容。该电容对中频电路的增益和稳定状态影响很大。

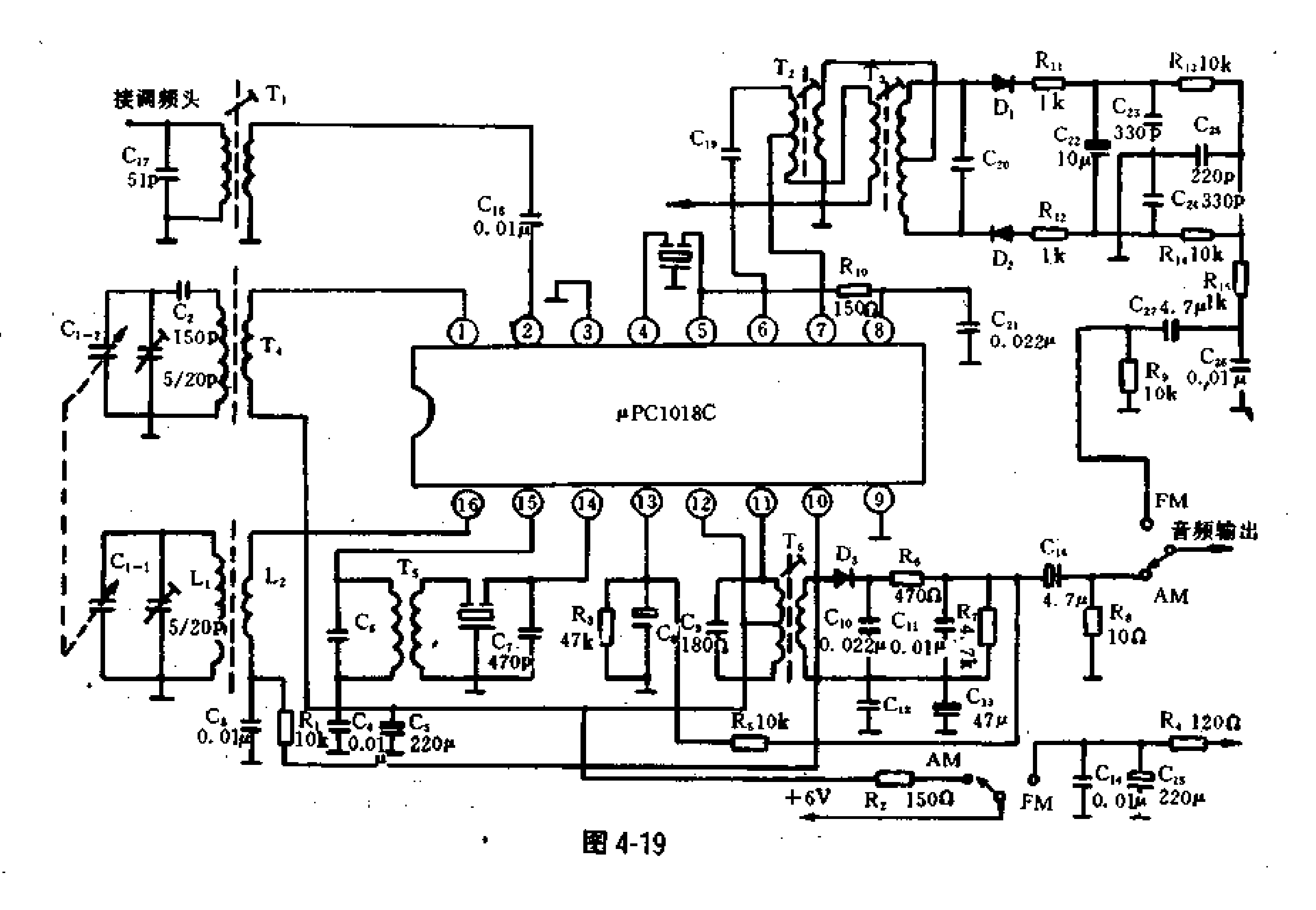
第(8)脚所接电阻 $R_3$ 控制着第(16)脚电压,改变阻值可以改变中频放大的增益。$R_3$ 阻值取值范围应使第(16)脚的电压值在 1.3~1.7V 之间为宜。

第(10)脚接的电容 $C_{12}$为音频去耦电容。

此外,$R_2$ 阻值为 68kΩ,是作为中周 $B_4$ 的阻尼电阻,以展宽 $B_4$ 的通频带;$C_{14}$、$C_{16}$为中频滤波电容;$C_5$、$C_2$ 为补偿电容;$C_4$ 为垫整电容,$C_6$、$C_{18}$为电源滤波电容。

**七、μPC1018C 单片调频/调幅收音机工作原理**

μPC1018C 的内部电路方框图及各引脚功能见第三章介绍。各引脚工作电压参见附录二附表所列。图 4-19 是 μPC1018C 单片收音机电路图。


接调频头
T₁
T₂
T₃
T₄
T₅
T₆
L₁
L₂
μPC1018C
FM
音频输出
AM
+6V
R₁ 10k
R₂ 150Ω
R₃ 47k
R₄ 470Ω
R₅ 10k
R₆ 120Ω
R₇ 4.7k
R₈ 10Ω
R₉ 10k
R₁₀ 150Ω
R₁₁ 1k
R₁₂ 1k
R₁₃ 10k
R₁₄ 10k
R₁₅ 1k
C₂ 150p
C₅ 220μ
C₄ 0.01μ
C₇ 470p
C₈ 0.01μ
C₉ 180p
C₁₀ 0.022μ
C₁₁ 0.01μ
C₁₃ 47μ
C₁₄ 4.7μ
C₁₆ 0.01μ
C₁₇ 51p
C₁₉
C₂₀
C₂₁ 0.022μ
C₂₂ 10μ
C₂₃ 330p
C₂₄ 330p
C₂₅ 220p
C₂₇ 4.7μ
C₂₈ 0.01μ
5/20p
D₁
D₂
D₃
图 4-19

集成电路 μPC1018C(2)～(8)脚为调频部分，其余各脚为调幅部分。两部分各自独立，互不影响。集成块电源电压可在 2.5～6V 之间选择。AM 变频级电压增益为 7.5～15.5dB，AM 中放电压增益为 44～56dB；FM 中放(1)电压增益为 38～46dB，FM 中放(2)电压增益为 27～39dB。

集成块在调频工作时，需要外加调频头电路。调频头电路与前面讲过的调频头电路大体相同。低放电路共用。

(一)FM 电路工作原理

调频接收时，转换开关接在 FM 档。变频级输出的信号经中频变压器 $T_1$ 的初级谐振回路选出差频 10.7MHz 的调频中频信号，耦合到次级，经隔直耦合电容 $C_{18}$注入(2)脚。(2)脚为集成块内部 FM 第一中放输入端。一中放所需电源由(6)脚外接电源供给。中频信号经第一中放级放大，由(4)脚输出，经陶瓷滤波器选频后，再注入(5)脚。(5)脚为集成块内部 FM 第二中放级的输入端。二中放所需电源由(6)脚外接电源供给。第二中放级放大的 10.7MHz 中频信号经(7)脚输出。(8)脚为第二中放级的外接中频旁路电容。(7)脚输出的信号送入鉴频变压器 $T_2$ 初级谐振回路。由 $T_3$ 次级线圈、$C_{20}$、$D_1$、$D_2$ 等组成对称型比例鉴频器。音频信号取自 $C_{25}$两端，$R_{15}$与 $C_{26}$组成去加重网络，音频信号经 $C_{27}$耦合到低频放大电路。

(二)AM 电路工作原理

转换开关置 AM 档。磁性天线接收的调幅信号，经 $L_1$、$C_{1\text{-}1}$和微调电容组成的输入电路，选择电台信号后耦合到次级 $L_2$，$L_2$ 的一端经 $C_3$ 交流接地，另一端接(16)脚。(16)脚为集成块内部 AM 变频级的输入端。由 $T_4$ 初级与 $C_{1\text{-}2}$、$C_2$ 和微调电容组成本振回路。$T_4$ 次级一端接(1)脚，(1)脚接集成块内部振荡电路，振荡电路的频率由初级本振回路决定。本振信号

由内部送入混频级。(1)脚需要的直流电压由电源(+6V)经$R_2$、$T_4$次级供给。外来电台信号与本振信号在混频级完成频率变换,由(15)脚输出。经由$C_6$、$T_5$、$C_7$和陶瓷滤波器组成的双调谐回路选出差频465kHz的调幅中频信号,注入(14)脚,(14)脚为集成块内部AM中放级的输入端。(13)脚为AGC电路的输入端,AGC电路在内部控制变频级和中放级的增益,(13)脚外接元件$R_3$、$C_8$、$R_5$为AGC电压的形成电路。中频信号经集成块内部AM中放级放大,由(11)脚输出。(10)脚外接中频旁路电容$C_{12}$、$C_{13}$,对中频信号可视为短路。(12)脚为AM中放的外接电源。(11)脚输出的465kHz的中频信号,经中频变压器$T_6$初级与$C_9$组成的中频谐振回路谐振,耦合到次级检波电路。$D_3$为检波二极管;$C_{10}$、$R_6$、$C_{11}$为中频滤波网络;$R_7$、$R_8$为检波级负载电阻。检波输出的音频信号,经$C_{16}$耦合到低频放大电路。

# 第五章　新型多功能集成电路收音机

收音机正向着高集成、多功能、高档化方向发展。如国内组装的“全球牌”10波段收音机，不仅波段全，而且灵敏度高，可接收世界各地的强信号电台播音，故又称为“世界收音机”。此外，还有钟控收音机、电视伴音接收机、调频立体声收音机等，均受到广大消费者的喜爱。

## 第一节　多波段集成电路收音机

普及型收音机一般只有3个波段：FM波段、AM波段和SW波段。这往往不能满足听众的需要。随着电子技术的发展和人民生活水平的提高，收音机已逐步向多功能、高档化发展。例如，本节将要介绍的咏梅898F型调频、调幅9波段收音机就是其中一种。该机除有一个调频波段和一个中波段外，还有7个短波段。短波段的接收范围扩展为5.95～21.75MHz。由于该机将米波段展宽，使短波电台的频率刻度盘也展宽，调谐非常方便，寻找短波电台就像中波电台一样容易。另外，收音机市场上目前流行一种“全球牌”10波段收音机。该机除有咏梅898F型收音机的功能外，还增加了一个长波段(LM)。该机与咏梅898F机内部电路基本相同(均采用CXA1019P单片集成电路)。下面以咏梅898F收音机为例，介绍多波段收音机的工作原理。

图5-1是咏梅898F型9波段收音机的电路原理图。该机采用了日本索尼公司近年来研制的调频、调幅收音机专用单

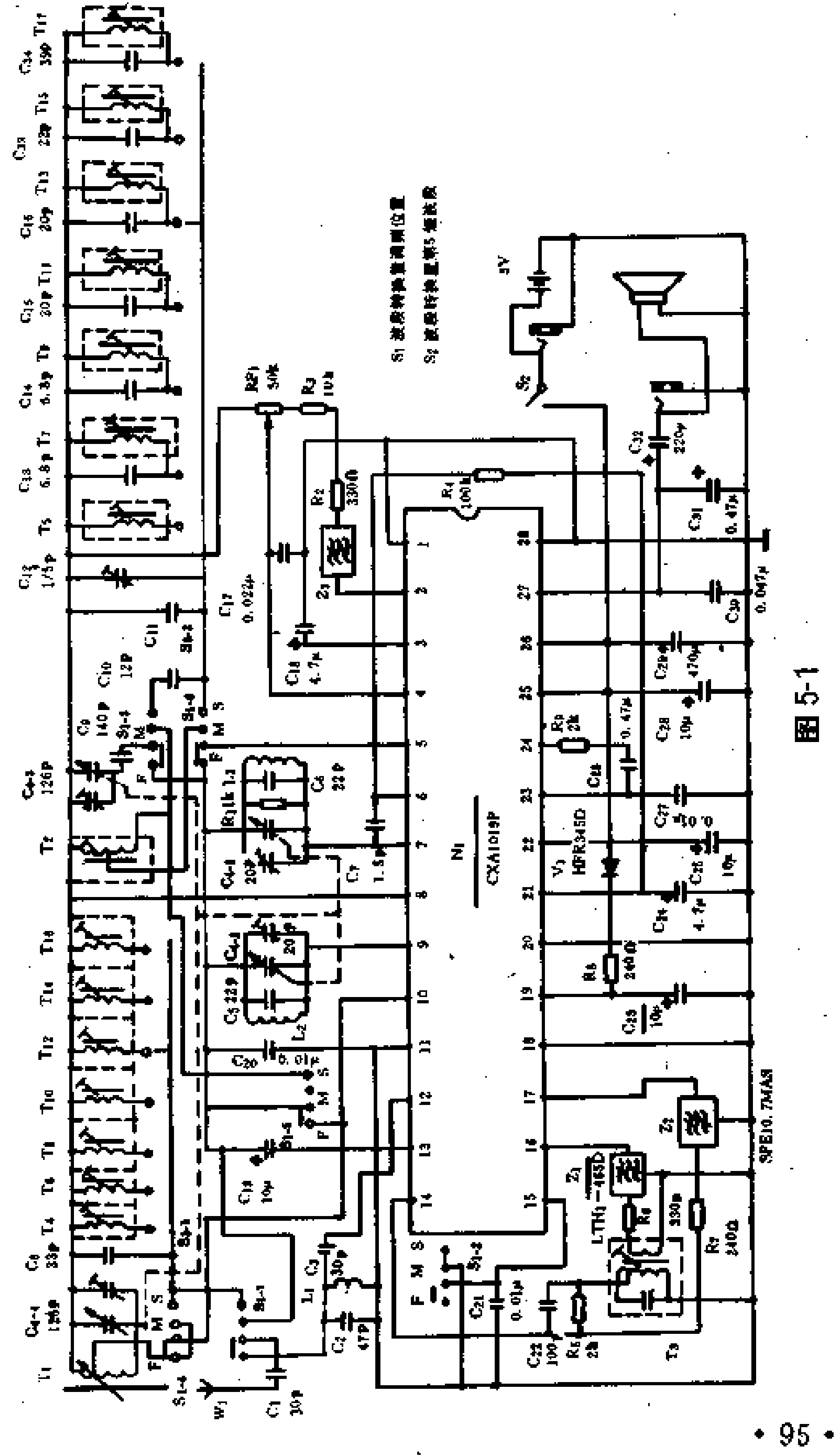



图 5-1

片集成电路CXA1019P。这种集成电路采用28脚双排列直插式塑封结构，其内部功能和各引脚作用参见第三章第二节介绍。CXA1019P包括了调频、调幅收音机的全部电路，具有功能齐全、集成化程度高、外围元件少、耗电省、灵敏度高、失真小等优点。为了使调谐准确，该集成电路内部还设有调谐指示驱动电路，驱动外接的发光二极管，当调谐准确时，发光二极管最亮，收音效果最佳。为防止接收的电台信号发生频率漂移现象，集成电路内部还设有AFC电路，从而使收听效果大大提高。

## 一、调频波段工作原理

调频信号由天线$W_1$接收，经耦合电容$C_1$、波段开关$S_{1\text{-}1}$和耦合电容$C_3$进入CXA1019P的(12)脚。经(12)脚内接FM高放电路放大后送入混频器，与本机振荡器送来的本振信号进行混频，产生10.7MHz的中频信号，由(14)脚输出。IC(9)脚相联的$L_2$、$C_5$、$C_{4\text{-}2}$组成FM高放电路的调谐回路，该回路通过IC的(9)脚和内部的高放电路相联。调节$C_{4\text{-}2}$可改变调谐回路的谐振频率，从而可达到选台的目的。IC(7)脚相联的$C_{4\text{-}1}$、$C_6$、$L_3$组成调频波段的本机振荡回路，该回路通过(7)脚与IC内部的本振电路一起组成本机振荡器，为混频器输送本机振荡信号。由IC的(14)脚输出的10.7MHz中频信号，经过10.7MHz的陶瓷滤波器$Z_2$进行选频，然后进入IC第(17)脚的FM中频放大器，经放大后的中频信号在IC内部进入鉴频器，经鉴频器鉴频后产生音频信号由(2)脚输出，然后再经鉴频器外接的电抗变换负载$Z_3$和电阻$R_2$、$R_3$加到音量电位器$RP_1$，经音量电位器控制后由(4)脚进入IC内部的音频功率放大器，放大后的音频信号由IC的(27)脚输出，最后经$C_{32}$耦合到喇叭还原成声音。

## 二、调幅中波段的工作原理

$T_1$ 是中波天线线圈，它与 $C_{4-4}$ 组成中波段的输入调谐回路。当收听中波段电台播音时，中波信号由 $T_1$ 接收，经输入调谐回路选择后由 $T_1$ 的中心抽头取出，经波段开关 $S_{1-4}$（中波段时置于 M 位置）进入 IC 的(10)脚内部的 AM 混频器。与 IC 的(5)脚相连的振荡线圈 $T_2$、$C_{4-3}$、$C_9$ 组成中波段的本机振荡回路，该回路通过波段开关 $S_{1-3}$、$S_{1-6}$ 与 IC 的(5)脚内部的本振电路共同组成本机振荡器，振荡器产生的本振信号由 IC 内部送入 AM 混频器。中波信号与本振信号在混频器混频后，产生 465kHz 的中频信号由 IC 的(14)脚输出。输出的中频信号再由 $C_{22}$ 耦合给中频变压器 $T_3$，选频后再经 465kHz 的陶瓷滤波器 $Z_1$ 选频，然后进入 IC 的(16)脚内部的 AM 中放电路，放大的中频信号再经 IC 内部的检波电路检波后，产生音频信号并由(23)脚输出。(23)脚输出的音频信号又经 $C_{26}$、$R_9$ 耦合到 IC(24)脚内部的音频功率放大器，放大后的音频信号由(27)脚输出，最后经 $C_{32}$ 耦合给喇叭还原成声音。

## 三、短波段工作原理

短波段共分为 7 个波段，采用拉杆天线接收方式。短波信号的接收过程和处理与中波段基本相同。波段的转换是靠改变输入回路和本机振荡回路的电感量实现的。在图 5-1 中，$T_4$、$T_6$、$T_8$、$T_{10}$、$T_{12}$、$T_{14}$、$T_{16}$ 分别是 1～7 波段的短波天线线圈，它们分别与 $C_5$ 组成宽带谐振输入回路。$T_5$、$T_7$、$T_9$、$T_{11}$、$T_{13}$、$T_{15}$、$T_{17}$ 分别是 1～7 波段的短波振荡线圈，分别与 $C_{4-3}$、$C_9$、$C_{10}$、$C_{11}$、$C_{12}$ 等组成短波段的本机振荡回路。图 5-2 为第 5 波段的本机振荡回路。由图可以看出，可变电容 $C_{4-3}$ 与 $C_9$、$C_{10}$ 串联后再与 $T_{13}$、$C_{16}$、$C_{11}$、$C_{12}$ 并联，这样连接的目的，是在调节 $C_{4-3}$ 时不至于使振荡回路的振荡频率发生太大的变化，从而使

选择短波电台就像选择中波电台一样方便。当接收短波信号时，波段开关应置于 S 位置，此时除短波信号是由拉杆天线 $W_1$ 接收外，后边的信号通路和处理过程与中波段基本相同，可参考对中波段的分析。

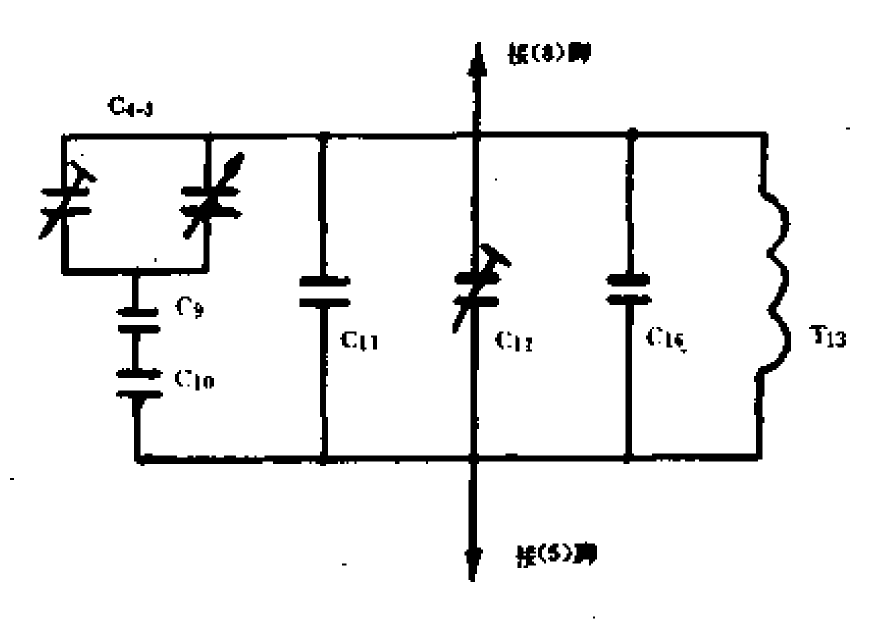



图 5-2

图 5-1 中，$C_{4-1}$～$C_{4-4}$是一只密封四联可变电容器。$C_{4-1}$和 $C_{4-2}$分别用于调频波段的振荡回路和高放调谐回路的频率调整。$C_{4-3}$和 $C_{4-4}$分别用于调幅波段的振荡和输入调谐回路的频率调整。$Z_1$ 是一只谐振频率为 465kHz 的陶瓷滤波器，在调幅波段起选频作用。$Z_2$ 是谐振频率为 10.7MHz 的陶瓷滤波器，在调频波段起选频作用。$Z_3$ 是谐振频率为 10.7MHz 的二端陶瓷滤波器，作为鉴频器的外接电抗负载。$V_1$ 是调谐指示发光二极管，它的正极接电源正极，负极经电阻 $R_8$ 接 $C_{23}$及(19)脚内部的调谐指示电路，当调谐准确时，发光二极管最亮。$C_{27}$为高频旁路电容，滤除检波产生的中频及其谐波成分。$C_{28}$、$C_{29}$为电源滤波电容。$C_{30}$、$C_{31}$为高频旁路电容，抑制高频噪声。$C_{24}$、$C_{25}$与 IC 内部电路组成自动增益控制电路，其控制范围可

达 45dB 以上。$RP_1$ 是IC的电子音量控制电位器，当电位器的滑动臂移动时，IC的(4)脚的直流电位也随之变化，从而达到控制音量的目的。

表 5-1 给出了咏梅牌 898F 型收音机所用集成电路 CXA1019P 各脚在路电压参考值。

表 5-1 CXA1019P 各引脚在路电压参考值 (V)

| 型号 | 电路功能 | 在路电压 \ 引脚序号 | 1<br>17 | 2<br>18 | 3<br>19 | 4<br>20 | 5<br>21 | 6<br>22 | 7<br>23 | 8<br>24 | 9<br>25 | 10<br>26 | 11<br>27 | 12<br>28 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CXA 1019P/M | 调频/调幅单片全功能收音机电路含功率放大 | AM | 0<br>0 | 2.7<br>0 | 1.5<br>1.6 | 1.3<br>0 | 1.3<br>1.5 | 1.3<br>1.1 | 1.3<br>1 | 1.3<br>0 | 1.3<br>2.7 | 1.3<br>3 | 0<br>1.5 | 0<br>0 | 0 | 0.2 | 0 | 0 |
| | | FM | 0<br>0.3 | 2.2<br>0 | 1.5<br>1.6 | 1.3<br>0 | 1.3<br>1.3 | 1.3<br>1.3 | 1.2<br>1.3 | 1.3<br>0 | 1.3<br>2.7 | 1.3<br>3 | 0<br>1.5 | 0<br>0 | 0 | 0.4 | 1.3 | 0 |

# 第二节 钟控集成电路收音机

钟控收音机是在原有收音电路的基础上增加了时钟控制功能。它能使收音机按预先设定的时间自动开机收音。特别适合定时收听新闻或其它已预先知道播出时间的节目。

图 5-3 是迪生电子有限公司生产的"迪桑牌"CR-226 型中、短波钟控收音机电原理图。它不仅有按预定时间自动开机的功能，而且还能在预定时间到来时发出连续的蜂鸣声，提醒听众已到预定的收音时间。电路中的钟控信号源部分采用了一只多功能电子表，这种收音机还有月、日、时、分、秒的计时功能，既可以作普通电子表使用，又可以作收音机收音。该机主要由钟控信号源(电子表)、钟控电子开关和收音电路三部分组成。

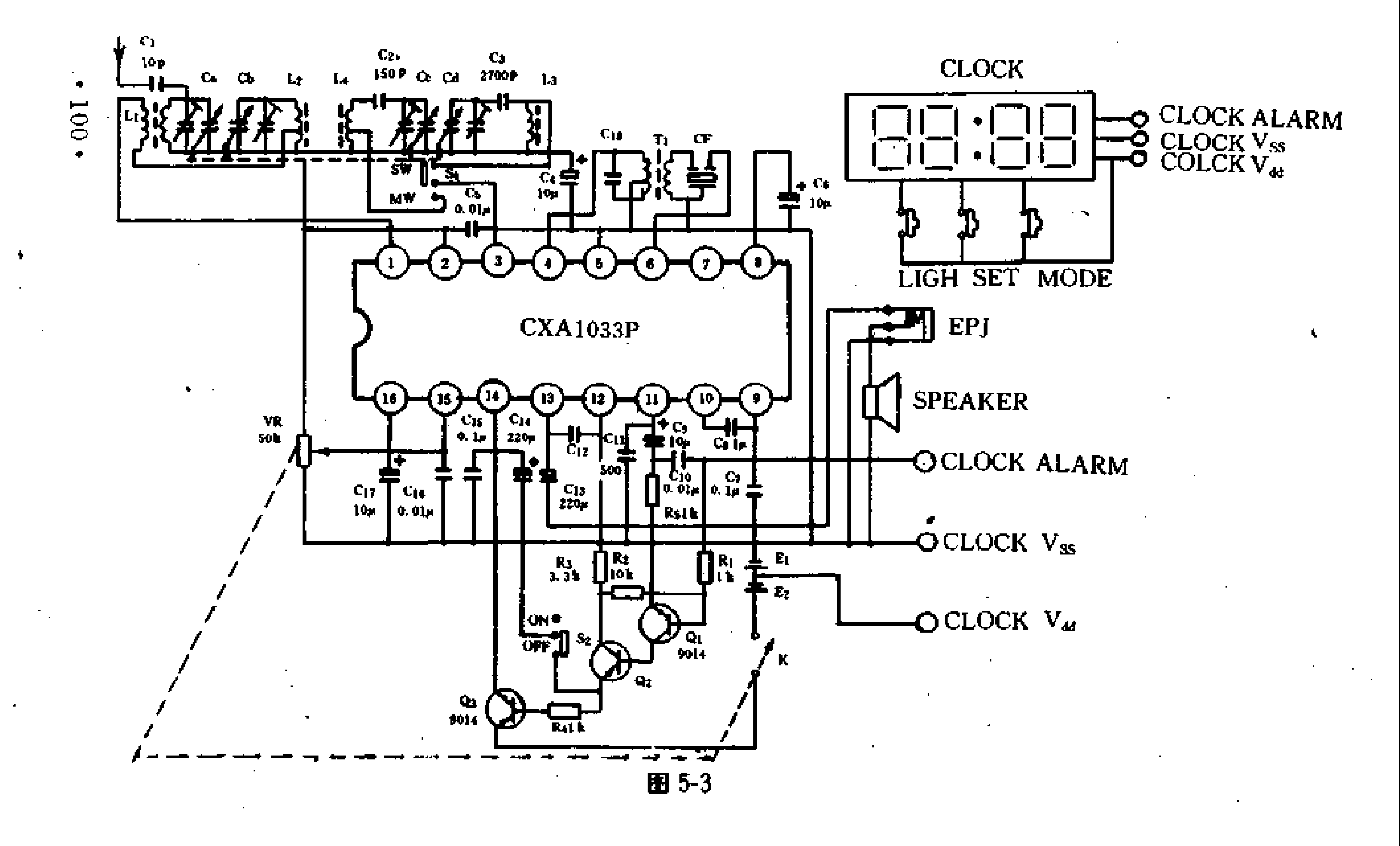

CLOCK
CLOCK ALARM
CLOCK Vss
COLCK Vdd
LIGH SET MODE
CXA1033P
EPJ
SPEAKER
CLOCK ALARM
CLOCK Vss
CLOCK Vdd
VR
50k
SW
MW
ON
OFF
Q1
9014
Q3
9014
R1
1k
R2
10k
R3
3.3k
R4 1k
R5 1k
C1
10P
C2
150P
C3
2700P
C4
10μ
C5
0.01μ
C6
10μ
C7
0.1μ
C9
10μ
C10
0.01μ
C13
220μ
C14
220μ
C15
0.1μ
C16
0.01μ
C17
10μ
E1
E2
K

图 5-3

## 一、钟控系统工作原理

钟控系统包括电子表和钟控电子开关两部分。CLOCK是一只多功能电子表，除具有计时、定时、定闹功能外，还能够按预定时间输出可以持续30s的时钟脉冲（秒脉冲），作为时钟控制信号。该脉冲由电子表的CLOCK ALARM端输出，去触发电子开关，使电子开关导通后接通收音机电源。收音机按预定时间收音。$E_1$是电子表的供电电源（1.5V的5号电池），CLOCK $V_{ss}$端接电子表电源的负极，CLOCK $V_{dd}$端接电子表电源的正极。

三极管$Q_1$、$Q_2$、$Q_3$和电阻$R_1$、$R_2$、$R_3$、$R_4$以及钟控选择开关$S_2$组成钟控电子开关电路。在正常收音状态（非定时收音状态）开关$S_2$拨到OFF（关）的位置。电源开关K合上后，电源$E_1$和$E_2$串联为收音机电路供电。$E_1$的负极接收音机的地，$E_2$的正极通过电源开关K、电阻$R_4$和选择开关$S_2$给三极管$Q_3$的发射极加一正向偏压，使$Q_3$处于饱和导通状态。由于$Q_3$饱和后，其ce结间的压降Uce极小（0.3V），因而3V的电源电压通过$Q_3$几乎全部加到集成电路CXA1033P的（14）脚。CXA1033P获得电压后，收音机便可开始工作。$R_4$是$Q_3$的上偏置电阻，改变其阻值可以改变$Q_3$的集电极电流，保证$Q_3$处于饱和导通状态。在正常收音状态，$Q_1$和$Q_2$因基极无偏压而始终处于截止状态，故不消耗电能。

需要按预定时间自动收音时，可将电子表调到预定的收音时间，收音机调谐到要收听的电台频率上，并使电源开关处于接通状态，钟控开关$S_2$置于ON（开）的位置，便可等待收听。在此状态，$Q_1$、$Q_2$、$Q_3$因无基极偏压，均处于截止状态，$Q_3$截止，使收音机供电电源被切断，故此时除电子表外，其它电路均不消耗电能。当预定时间到来时，电子表由CLOCK

ALARM 端输出秒脉冲，该脉冲加到串联电阻 $R_1$、$R_2$、$R_3$ 两端，经分压后，$R_2$、$R_3$ 两端的电压为 $Q_1$ 发射极提供正向偏压，使 $Q_1$ 导通（$Q_1$ 的集电极电压是由 $E_2$ 的正极→$Q_3$ 的发射极→$R_4$→$Q_2$ 的发射极→$Q_1$ 的集电极）。$Q_1$ 导通后，$Q_2$、$Q_3$ 均有基极电流而相继导通，其中 $Q_1$ 处于饱和导通状态。$Q_3$ 导通后，收音机电源接通，从而按预定时间收听预先调定的电台节目。电子表输出的秒脉冲只能持续 30s，30s 后，$Q_1$ 会因失去触发脉冲而截止，$Q_2$、$Q_3$ 也相继截止，收音机电源被切断。但在此之前，只要将钟控选择开关 $S_2$ 拨到 OFF 位置，便可继续收音。为了提醒使用者已到预定的收听时间，该机还设置了报时提醒装置。当预定时间到来时，电子表输出的秒脉冲除一路送到 $Q_1$ 使收音机工作外，另一路经耦合电容 $C_{10}$、$C_9$ 加到收音集成电路 CXA1033P 的(11)脚，经(11)脚内接的音频功率放大器放大后，由喇叭发出断续的“嘟、嘟”报时声，提醒听众已到预定收听时间。此时只要及时将钟控开关拨到 OFF 位置，即可正常收听。同样，报时声也只能持续 30s。

在电子开关电路中，$R_1$ 除与 $R_2$、$R_3$ 串联分压外，还作为 $Q_1$ 的基极偏流电阻，防止秒脉冲造成 $Q_1$ 基极电流太大而烧坏管子。$R_2$ 的另一个作用是作为 $Q_2$ 的集电极负载电阻，起限流作用。

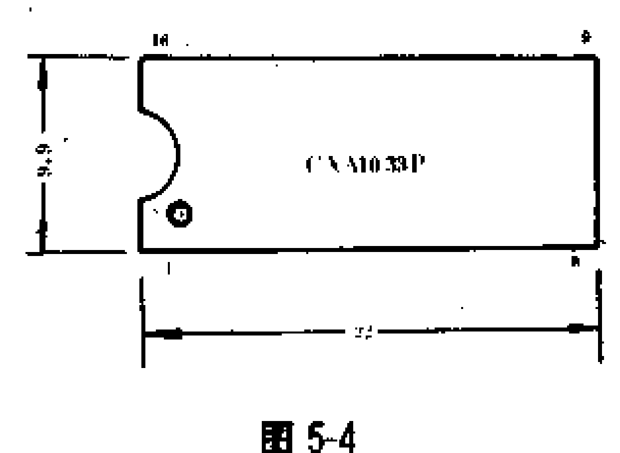



图 5-4

## 二、收音电路工作原理

收音电路采用了一块由日本索尼公司研制的调幅单片集成电路 CXA1033P。该集成电路功能齐全，性能稳定，广泛应用于调幅收音机电路中。

CXA1033P 采用 16 脚双列直插式塑封结构，其外型尺寸、引脚排列顺序见图 5-4；各引脚功能和引脚在路电压参考值以及内部功能简化方框图见图 5-5。CXA1033P 内部电路主要包括：混频、本振、中放、检波、音频功率放大和自动增益控制等。

（一）中波段工作原理

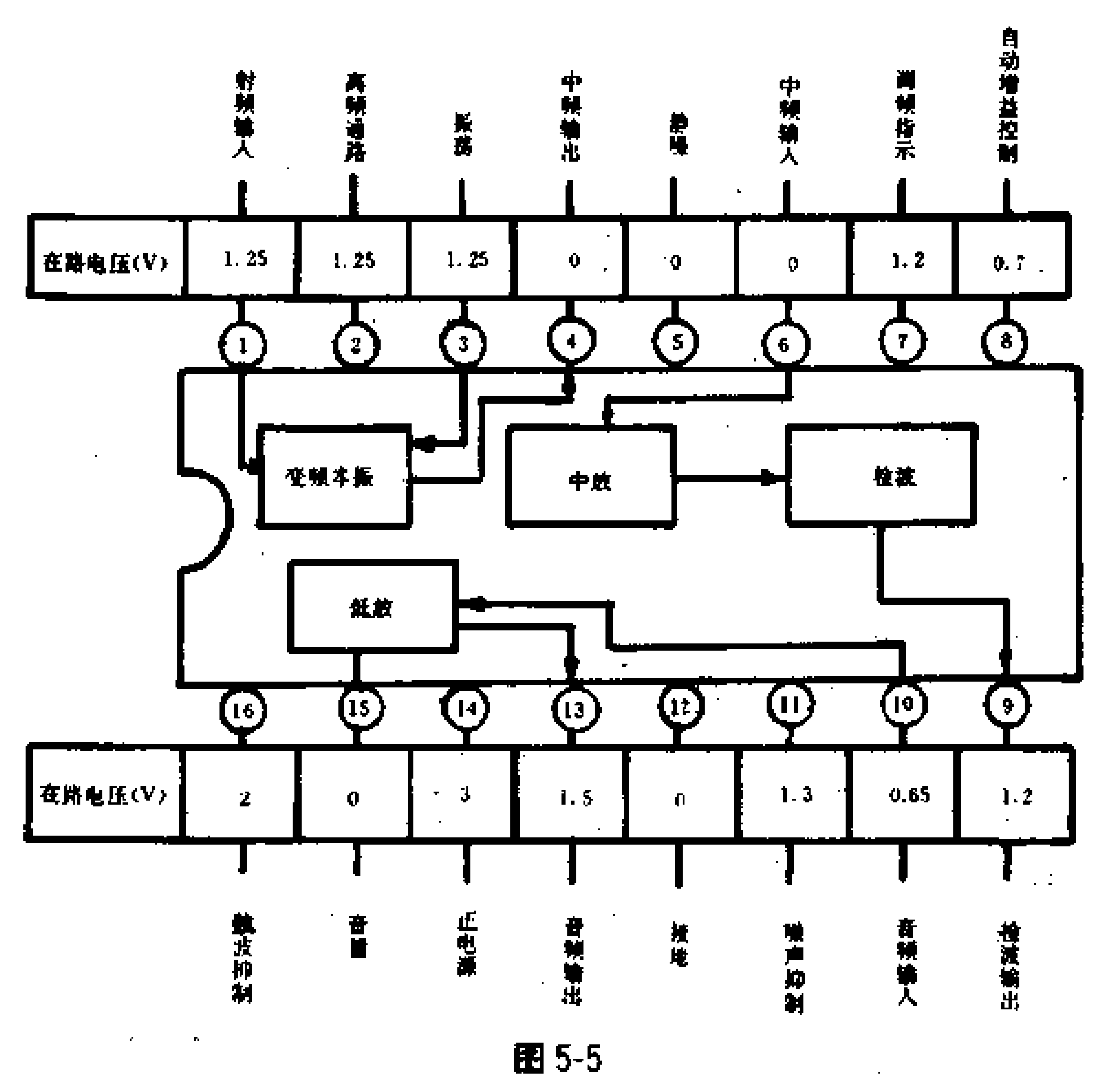



图 5-5

中波天线线圈 $L_2$ 与 $C_b$ 以及与 $C_b$ 并联的高频补偿电容

组成中波段输入谐振回路。中波信号经该回路选出后，由 $L_2$ 的中心抽头取出，并经变压器 $L_1$ 次级送入 CXA1033P 的(1)脚，由(1)脚进入内部的混频级。$L_4$、$C_2$、Cc 以及与 Cc 并联的高频补偿电容组成中波段本机振荡回路。该回路经波段开关 $S_1$ 与集成电路内部的本振电路共同组成本机振荡器。振荡器产生的本振信号由内部本振电路送入混频器。中波信号与本振信号经混频器混频后，产生 465kHz 的中频信号由(4)脚输出。该信号经 $T_1$ 的初级线圈和 $C_{18}$组成的 LC 中频选频网络选频后，由 $T_1$ 耦合到陶瓷滤波器 CF 输入端，再经 CF 选频后，送入 CXA1033P 的(6)脚。(6)脚内部接中频放大器，中频信号经该放大器放大后，直接送入内部的检波电路，检波电路将音频信号检出后由(9)脚输出。(9)脚输出的音频信号再经耦合电容 $C_8$ 送入(10)脚。经(10)脚内部所接的低频功率放大器放大后由(13)脚输出，并经电容 $C_{13}$耦合给喇叭，还原为声音。

该机采用了一只密封四联可变电容器，其中 $C_b$ 是密封四联的中波输入联，Cc 是振荡联。$L_2$ 是中波天线线圈，与 $C_b$ 共同组成中波输入调谐回路，作用是接收并选择出所要收听的电台信号。与 $C_b$ 并联的高频补偿电容主要用于收音机的统调。$L_4$ 是中波振荡线圈，$C_2$ 是垫整电容，它们与 Cc 共同组成中波段的本机振荡回路。与 Cc 并联的微调电容主要用于收音机的频率范围调整。$C_4$ 是旁路电容，使输入回路和振荡回路交流接地。$C_{18}$与中频变压器 $T_1$ 的初级组成 LC 并联谐振网络，谐振频率为 465kHz，其作用是选出混频级产生的中频信号，并抑制其它频率的信号。CF 是一只三端陶瓷滤波器，相当于一个谐振频率为 465kHz 的双调谐回路，具有通频带宽、选择性好等优点。$C_6$ 是 AGC 电路的滤波电容，滤除交流成

分。$C_7$ 为检波级的滤波电容，滤除检波电路产生的中频及其谐波成分。$C_{10}$是时钟脉冲耦合电容，将电子表输出的秒脉冲耦合到 CXA1033P 的(11)脚。$C_{11}$是高频噪声抑制电容。$C_{12}$是高频旁路电容，衰减音频信号中的高频成分，并有滤除高频噪声的作用。$C_{13}$是音频信号耦合电容，将(13)脚输出的音频信号耦合给喇叭，并有滤除高频噪声的作用，防止喇叭的直流电阻影响(13)脚内接的功率放大器的工作点。$C_{14}$和 $C_{15}$是电源退耦电容，其中 $C_{15}$ 主要起高频退耦作用，防止集成电路产生高频自激。$C_{16}$是高频旁路电容，$C_{17}$是纹波抑制电容。

(二)短波段工作原理

短波信号由天线 ANT 接收，经电容 $C_1$ 耦合到由 $L_1$ 初级和 $C_a$ 组成的短波段调谐回路。短波信号经该回路选出后，由 $L_1$ 初级耦合到次级，经次级送入 CXA1033P 的混频级输入端(1)脚。$L_3$、$C_3$、$C_d$ 组成短波段本机振荡回路。该回路与(3)脚内部的本振电路共同组成短波段本机振荡器，振荡器产生的本振信号在集成电路内直接送入混频器。短波信号与本振信号在混频器混频后，产生 465kHz 的中频信号由(4)脚输出，输出后的信号通路与中波段完全相同。

$C_1$ 是耦合电容，将天线接收的短波信号耦合到输入回路，并且还有阻抗匹配作用，防止天线的直接接入而影响输入回路谐振频率。$C_a$ 是密封四联的短波输入联，与 $C_a$ 并联的微调电容主要用于短波段的统调。$L_3$ 是短波振荡线圈，$C_3$ 是振荡回路的垫整电容，$C_d$ 是密封四联的短波振荡联，与 $C_d$ 并联的微调电容主要用于短波段的频率范围调整。

## 第三节 调频、调幅、电视伴音接收机

调频、调幅、电视伴音接收机简称为 FM、AM、TV 接收

机。它不仅能收听调频和调幅广播，而且还能收听1～12频道的电视伴音。图5-6是牡丹牌MX113型袖珍式FM、AM、TV接收机电原理图。它具有功能齐全、价格便宜、体积小、便于携带等优点，特别适合外出旅游和收听广播电视教育节目。下面简要介绍该机的工作原理。

## 一、电视伴音接收原理

我国的电视伴音是采用调频方式广播的。从理论上讲，只要调频收音机的频率接收范围能够覆盖电视伴音载频，就能够利用调频收音机直接接收电视伴音广播。但我国调频收音机的接收频率范围是88～108MHz，而1～12频道的电视伴音载频范围是56.25～222.75MHz，所以用现行的调频收音机是收不到电视伴音的。为了使调频收音机能够接收1～12频道的电视伴音节目，牡丹MX113型收音机在原调频收音机电路的基础上进行了如下改进：

1. 将88～108MHz的调频波段展宽为77～108MHz。这样不仅可以收听原来的调频广播，而且还可以接收4和5频道的电视伴音。

2. 增加了一个173.5～224MHz的调频接收波段。这样可以收听6～12频道的电视伴音。

3. 1～3频道的电视伴音采取镜像接收方式，并用低本振频率混频(即本振频率低于接收信号频率10.7MHz)。当收音机调谐在某一频率f上时，本机振荡频率$f_{振}$与f的关系是$f-f_{振}=10.7MHz$。如果此时有一个外来信号$f_{信}$其频率比f低2个中频值(即21.4MHz)，则该信号也会与本振频率产生$f_{振}-f_{信}=10.7MHz$f的中频信号而被收音机接收。这个被接收的信号$f_{信}$叫做f的镜像频率。这就是镜像接收方式。例如，要收听1频道(56.25MHz)的电视伴音，只要将收音机调谐在

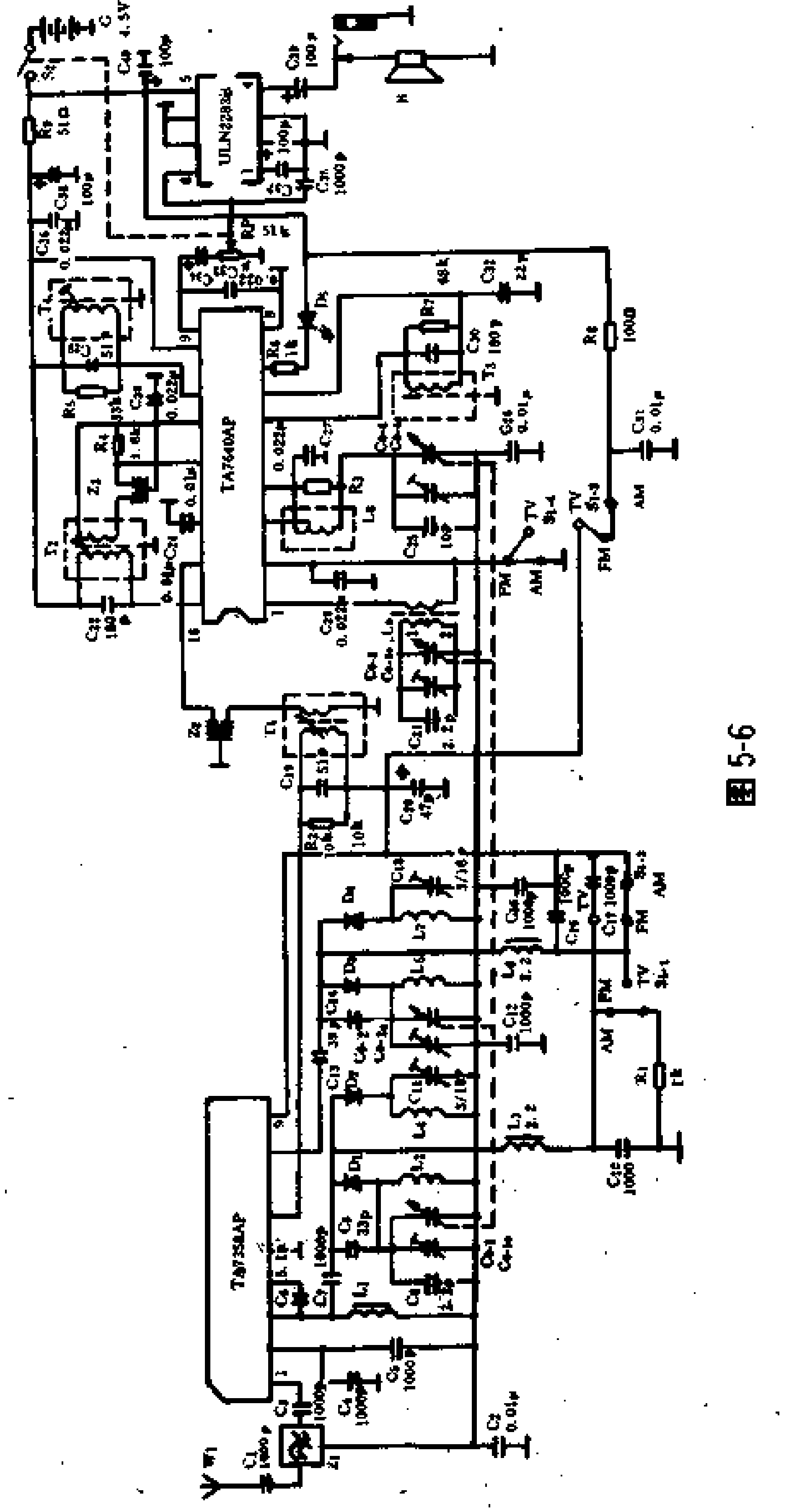



图5-6

56.25+2×10.7=77.65(MHz)的频率即可，此时本振频率为77.65−10.7=66.95(MHz)。要接收2频道(64.25MHz)的电视伴音时，将收音机调谐在64.25+2×10.7=85.65(MHz)上即可。同样，调谐在93.6MHz上就可以接收3频道的电视伴音。采用镜像频率接收方式可使电路简化，这在中、低档收音机中是允许的。

## 二、电路工作原理

牡丹MX113型收音机采用3块集成电路。TA7358AP与其外围元件组成TV及FM波段的高频头。该集成电路的内部功能和各引脚作用参见第三章第二节有关介绍，主要包括高放、混频、本振等功能。TA7640AP主要包括FM中放、鉴频和AM高放、本振、混频、中放、检波等功能。该集成电路的内部功能及各引脚作用也请参见第三章第二节有关介绍。ULN2283B与其外围元件组成音频功放电路。该集成电路的内部功能及各引脚作用如图5-7所示。各波段的接收原理如下：

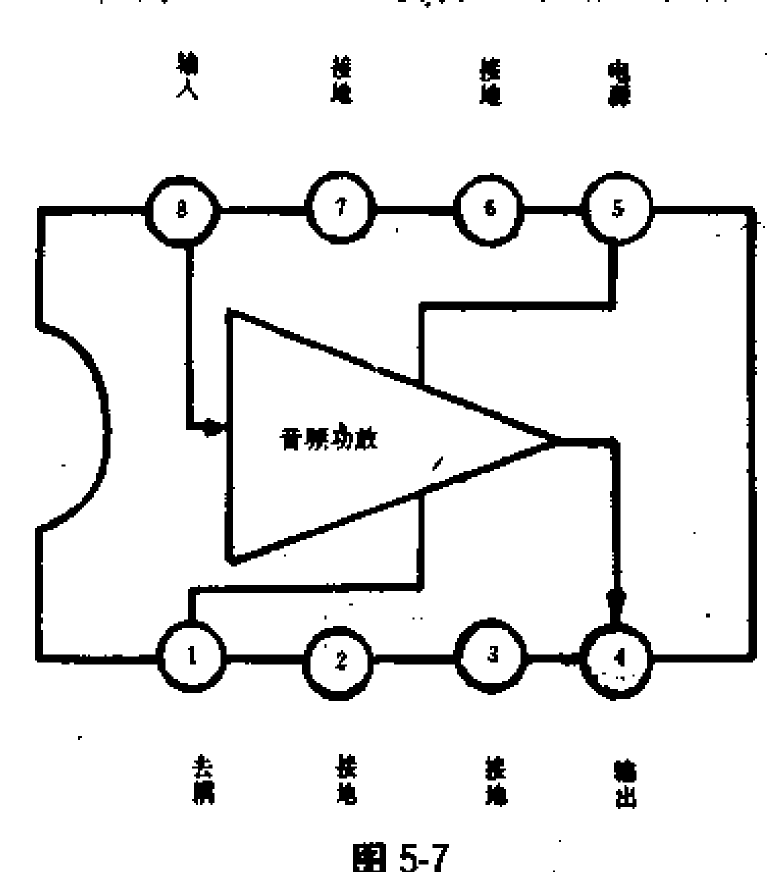



图5-7

### (一)FM波段的工作原理

在FM收音状态，波段开关$S_{1\text{-}1}$～$S_{1\text{-}4}$均置于FM位置。此

时整机 4.5V 电源经波段开关 $S_{1-3}$给高频头电路供电。供电途径有两路：一路是从电源正极→电源开关 $S_2$→$R_8$→$S_{1-3}$→TA7358AP 的(9)脚，为集成电路供电；另一路是从电源正极→电源开关 $S_2$→$R_8$→$S_{1-3}$→$S_{1-2}$→$L_6$→$D_3$→$L_5$→$L_2$→$D_1$→$L_3$→$S_{1-1}$→$R_1$→地。在此期间，波段转换二极管 $D_1$、$D_3$ 正偏导通，$D_2$、$D_4$ 反偏截止。导通后，将 $C_9$ 短路，此时 $L_2$、$C_8$、$C_{0-1}$、$C_{0-1a}$组成调频波段的高放调谐回路。调节 $C_{0-1a}$的容量可改变调谐回路的谐振频率，从而达到选择电台的目的。$D_3$ 导通后，将 $C_{14}$ 短路，此时 $L_5$、$C_{0-2}$、$C_{0-2a}$组成调频波段的本机振荡回路。该回路经耦合电容 $C_{13}$与 TA7358AP 的(8)脚内接的本振电路共同组成本机振荡器。调节 $C_{0-2a}$可改变本机振荡器的振荡频率。调频波段的高频头简化电路如图 5-8 所示。

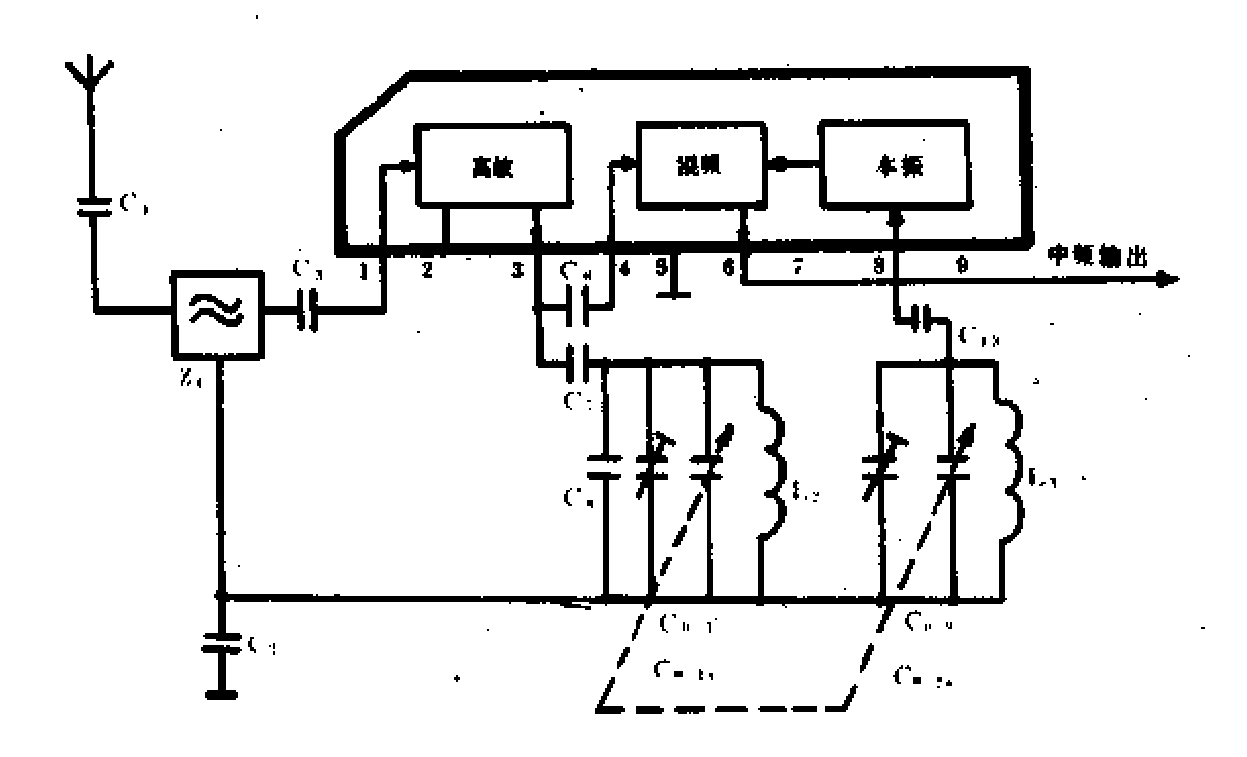



图 5-8

当接收调频信号时，调频载波信号由天线 $W_1$ 接收，并由 $C_1$ 耦合到高通滤波器 $Z_1$，$Z_1$ 的截止频率为 47MHz，即只允许 47MHz 以上的信号通过。调频信号通过高通滤波器后，由 $C_3$ 耦合到 TA7358AP 的(1)脚，进入内部高放电路，经高放电路放大后，由(3)脚输出。再经 $L_2$、$C_{0-1a}$、$C_{0-1}$、$C_8$ 组成的高放调谐回路选择出要收听的电台信号，由 $C_6$ 耦合到(4)脚，进入 TA7358AP 内部的混频器。与此同时，本机振荡器产生的本振信号也由集成电路内部送入混频器。这样，调频信号与本振信号经混频器混频后，便产生 10.7MHz 的中频信号。中频信号由(6)脚输出，经 $T_1$、$C_{19}$组成的中频选频网络和陶瓷滤波器 $Z_2$ 选频后，进入 TA7640AP 的(15)脚，经(15)脚内接 FM 中频放大器放大和鉴频后，由(9)脚输出音频信号。(9)脚输出的音频信号经耦合电容 $C_{34}$和音量电位器 RP 送到音频功率放大集成电路 ULN2283B 的(8)脚，经功率放大后由(4)脚输出，再经 $C_{39}$耦合给喇叭，还原出声音。

(二)TV 波段的工作原理

接收电视伴音时，波段开关 $S_{1-1}$～$S_{1-4}$均置于 TV 位置。此时高频头的供电途径有两路：一路经波段开关 $S_{1-3}$ 加到 TA7358AP 的(9)脚，为集成电路供电；一路经波段开关 $S_{1-3}$ $\rightarrow S_{1-2}\rightarrow L_3\rightarrow D_2\rightarrow L_4\rightarrow L_7\rightarrow D_4\rightarrow L_6\rightarrow S_{1-1}\rightarrow R_1\rightarrow$地。在此期间波段转换开关二极管 $D_2$、$D_4$ 正偏导通，$D_1$、$D_3$ 反偏截止。$D_2$ 导通后，使 $L_4$、$C_{11}$、$C_9$、$C_{0-1}$、$C_{0-1a}$、$C_8$ 组成 TV 波段的高放调谐回路($L_2>L_4$，故 $L_2$ 可视为开路)。其交流等效电路如图 5-9(a)所示。调节 $C_{0-1a}$可改变调谐回路的谐振频率，从而实现选择 TV 波段电视伴音信号的目的。$D_4$ 导通后，使 $L_7$、$C_{18}$、$C_{0-2}$、$C_{0-2a}$、$C_{14}$组成 TV 波段的本机振荡回路($L_5>L_7$，故 $L_5$ 可视为开路)，其交流等效电路如图 5-9(b)所示。振荡回路与

TA7358AP 内部的本振电路共同组成 TV 波段的本机振荡器。调节 $C_{0-2a}$可改变本机振荡器的振频频率。TV 波段的高频头工作原理与 FM 波段基本相同，混频后的中频信号通路与 FM 波段完全相同（可参考对 FM 波段的分析）。

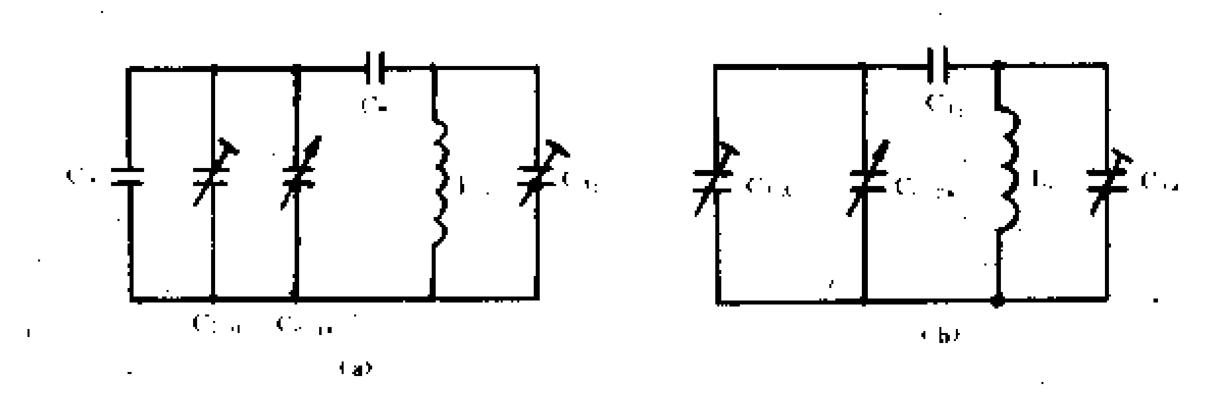


图 5-9

在高频头电路中，$L_6$、$L_3$、$L_1$ 均是 2.2μH 的小型电感，起隔交流的作用。$C_2$、$C_{12}$是高频旁路电容，使高放调谐回路和本机振荡回路就近交流接地，以防馈线间的不良耦合产生自激。$C_4$、$C_5$ 是高放电路的高频退耦电容。$C_{0-1}$是 FM 波段高放调谐回路的高频补偿电容，主要用于 FM 波段的统调。$C_{0-2}$是 FM 波段本振回路的高频补偿电容，主要用于 FM 波段的频率覆盖调整。高频补偿电容 $C_{11}$和 $C_{18}$分别用于 TV 波段的统调和频率覆盖调整。$C_{0-1a}$～$C_{0-4a}$是一只四联可变电容，其中 $C_{0-1a}$是调频用等容双联，容量调整范围为 5～20pF；$C_{0-3a}$和 $C_{0-4a}$是调幅用差容双联，输入联为 5～140pF，振荡联为 5～82pF。$D_1$～$D_4$ 是超高频波段开关二极管，型号为 BA2441。$R_1$ 是波段开关二极管的限流电阻。$C_{10}$、$C_{15}$、$C_{16}$、$C_{17}$是去耦电容。$C_{20}$是电源滤波电容。$T_1$ 的初级与 $C_{19}$组成 10.7MHz 的中频选频网络，$R_2$ 是该网络的阻尼电阻，降低回路 Q 值和展宽通频带。$Z_2$ 是

一只三端陶瓷滤波器，谐振频率为 10.7MHz，起选择中频信号的作用。与 TA7640AP 的(11)脚相连的 $C_{29}$和 $T_4$ 初级组成鉴频器电抗网络。

(三)AM 波段的工作原理

中波天线线圈 $L_9$ 与 $C_{0-3a}$、$C_{0-3}$、$C_{21}$组成 AM 波段的输入调谐回路。调节 $C_{0-3a}$可改变输入回路的谐振频率，实现选台目的。由 $L_9$ 两端选出的调幅信号经天线线圈的次级耦合到 TA7640AP 的(1)脚，由(1)脚进入集成电路内部的 AM 混频器。$L_8$、$C_{25}$、$C_{0-4}$、$C_{0-4a}$、$C_{26}$、$C_{27}$组成本机振荡回路($C_{26}$、$C_{27}$对于本振信号为短路)。该回路与 TA7640AP 的(3)脚内接的 AM 本振电路共同组成本机振荡器。振荡器产生的本振信号由内部直接送入 AM 混频器。调幅信号与本振信号经混频器混频后，产生 465kHz 的中频信号，从(16)脚输出。中频信号经中频变压器 $T_2$ 和陶瓷滤波器 $Z_3$ 选频后，进入 TA7640AP 的(13)脚经内部的中放电路放大，再经检波电路检波，产生音频信号，由(9)脚输出。输出的音频信号经 $C_{34}$、RP 送入音频功放集成电路 ULN2283B 的(8)脚，经内部的功率放大器放大后，由(4)脚输出，并经 $C_{39}$耦合给喇叭还原为声音。

$C_{32}$是混频器的高频旁路电容。$T_3$、$C_{30}$是 AM 中放电路的外接 LC 并联选频网络，谐振频率为 465kHz。$R_7$ 是选频网络的阻尼电阻。$D_5$ 是调谐指示发光二极管，$R_6$ 是 $D_5$ 的限流电阻。检波或鉴频后的直流成分经直流放大及指示灯驱动电路(7)脚输出，驱动发光二极管 $D_5$ 发光。$C_{33}$是高频旁路电容。$R_9$、$C_{36}$、$C_{38}$是电源退耦网络。$C_{28}$是 AM 中频旁路电容。$Z_3$ 是三端陶瓷滤波器，谐振频率为 465kHz。$C_{24}$是 AM 中频旁路电容。$C_{22}$和 $T_2$ 的初级组成 AM 中频选频网络，谐振频率为 465kHz。

## 第四节　数字调谐式集成电路收音机

### 一、数字调谐式集成电路收音机功能及特点

数字调谐式收音机是近年来新研制的一种新型多功能收音机。它一改过去传统的可变电容调谐方式,而采用新颖的数字电路调谐技术,并配有液晶屏幕显示装置,可显示接收电台的频率、信号强度以及时间和工作状态等。由于机内电路采用了锁相环频率合成技术和微处理器技术,因而具有功能齐全、性能稳定、调谐方便、收听效果好等优点,充分体现了收音机发展的新潮流。这类收音机的代表机型有日本松下公司生产的 National RF-B65D 和索尼公司生产的 SONY ICF-7600DA 型收音机。松下公司生产的 RF-B65D 数字调谐收音机的功能及特点如下:

1. 频率接收范围:FM 波段为 87.5～108MHz;LW 波段为 153～519kHz;MW 波段为 522～1611kHz;SW 波段为 1615～2999kHz。

2. 自动扫描搜索:该机有手动和自动调台功能。当按下∧(上)或∨(下)键时,各波段以快档的调谐步级为单位手动搜索电台;当按下∧或∨键超过 0.5s 时,自动搜索功能启动,当搜索到电台信号时,收音机自动停止搜索,立即转换为收听状态。

3. 存储功能:该机能同时存储 36 个电台,即 LM、MW、SW、FM 每个波段存储 9 个电台。只要预先将已知的电台频率存入键盘 1～9 数字键中,以后按下相应的数字键即可直接接收被选定的电台信号。这种功能特别适合经常收听的电台,一触即听,非常方便。

4. 频率直呼：将要收听电台的频率通过键盘直接送入收音机，即可完成该台的调谐工作。若所收听的电台不在同一波段内，则该机还能自动转换波段，而无须操作波段开关。如收音机工作在短波接收状态时，若通过键盘再送入 640kHz 的频率，则收音机立刻转为接收中波段的中央台播音。

5. 钟控功能：如果要在预定的时间收听某一电台的节目，只要预先将收音机调定在该时间上，则到时就会自动开机，1.5 小时后自动关机。

6. 睡眠定时，若在睡觉前收听收音机，而又担心入眠后收音机仍继续工作，可按动 SLEEP 键，收音机工作 1 小时后自动关机。

7. 双重时间显示：该机能够显示两种时间，如国际标准时间和当地时间。

8. 电池电压显示：当电池电压下降到 4V 时，指示灯闪动，收音机自动关机，提醒使用者需要更换电池。

9. HOLD 固定功能：HOLD 启动后，所有按键均被锁定，收音机始终工作在被锁定的状态。防止收听过程中误触其它按键而造成收听状态变化。

此外，该机还有 SW 波段直呼、灵敏度选择、存储电台提示、音调选择和接收 $SS_3$ 单边带电台信号等功能。

## 二、数字调谐集成电路收音机基本电路

图 5-10 是一种简单的数字调谐收音机原理方框图。它主要由定时器、计数器、数码显示器、阶梯波网络、变容二极管输入谐振回路、调谐收音电路和音频功率放大器组成。

这种收音机中，用一个按钮开关 $SW_1$ 代替了传统的可变电容。当 $SW_1$ 接通时，定时器产生低频率的计数器时钟脉冲，该脉冲经一个四位异步计数器计数后，送到阶梯波网络。阶梯

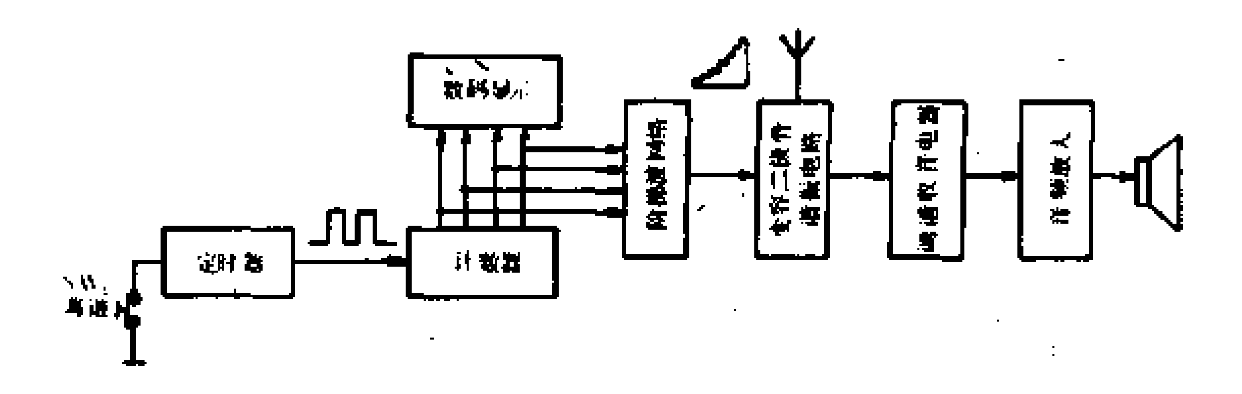



图 5-10

波网络根据输入的计数脉冲，产生阶梯波形的调谐电压。该电压加到谐振电路中的变容二极管上后，变容二极管的结电容就会随所加阶梯电压的变化而变化，使得谐振电路的谐振频率也发生相应的变化，从而达到选台目的。$SW_1$ 接通时间长短，决定着定时器输出的时钟脉冲个数，而脉冲个数决定着阶梯电压的高低，阶梯电压的高低，又决定着谐振电路的谐振频率，因此 $SW_1$ 接通后，谐振电路的谐振频率就会从低到高连续变化，从而可逐一搜索该波段电台。当搜索到要收听的电台播音时，将调谐开关 $SW_1$ 松开，即可正常收听。为了显示收听电台的频率，该机还设置了数码显示装置。计数器输出的计数脉冲送到数码显示电路，驱动该电路中的发光二极管发光，显示出收听电台的频率。变容二极管谐振电路将选出的电台信号送到调谐收音机电路，经该电路放大和检波后，产生音频信号。音频信号再经音频放大器放大，最后推动喇叭，还原出声音。

图 5-11 是一简单的数字调谐收音机电原理图。该机主要由 4 块集成电路组成。数字调谐部分由 $IC_1$ 和 $IC_2$ 组成，收音部分由 $IC_3$ 和 $IC_4$ 组成。$IC_2$ 与外围元件组成定时电路，当调谐开关 $SW_1$ 按下时，$IC_2$ 的(1)脚接地，定时器产生低频率的时钟脉冲，并由 $IC_2$ 的(3)脚输出。时钟脉冲一路送到 16 进制

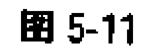



图 5-11

的数码显示电路，驱动发光二极管发光，作为选台指示。另一路送到由 $IC_1$ 组成的 4 位异步计数器进行计数。由 $R_3$～$R_{10}$组成的阶梯波网络阶梯波网络实际上是一个简单的 D/A（数/模）转换器，数字电压由该网络转换成阶梯形模拟电压，并经 $R_{11}$耦合到变容二极管 $D_1$，作为 $D_1$ 的调谐电压。$L_1$ 是中波天线线圈，$L_1$ 与 $D_1$ 的等效电容组成输入谐振回路。由 $L_1$ 接收到的电台信号直接送入 $IC_3$ 的（1）、（8）脚，经 $IC_3$ 放大、检波后由（5）脚输出音频信号，然后经音量电位器 $RV_3$、耦合电容 $C_6$ 送入音频功放集成电路 $IC_4$ 的（3）脚，经放大后由 $IC_4$ 的（5）脚输出，并经 $C_{11}$耦合给喇叭。

$RV_1$ 为调谐速度控制电位器，调整 $RV_1$ 可改变定时器的输出时钟脉冲的频率，从而可改变调谐速度。$RV_2$ 为灵敏度调整电位器，调整 $RV_2$ 可改变接收机的灵敏度。$D_2$ 是一只 1.26V 的稳压二极管。$R_{14}$是增益调整电位器，调整 $R_{14}$可改变音频功率放大器的增益。

# 第六章　集成电路收音机的故障检修原则及方法

检修集成电路收音机并不难。因为，一方面集成电路收音机所用元器件少，可靠性高；另一方面集成电路收音机故障大多出在其外围电路上。因此，只要对集成电路收音机工作原理有了基本的了解，并掌握了故障检修原则及方法，便能判断出故障位置并予以排除。

## 第一节　集成电路收音机的故障检修原则

**一、掌握电路基本结构**

检修时，先用方框结构分析电原理图，明确各部分电路的功能，建立整机方框的概念，掌握被分析电路的基本结构。在大概确定各部分结构与功能的基础上，理清信号流程，了解信号的来龙去脉和各种变化，弄清各部分电路之间的关系。从天线开始，由前往后，逐级理顺，识别实际电路的基本结构、信号处理过程，切实弄清集成电路内部包括哪些功能级，集成块各引脚有哪些功能。

**二、检修方法通用**

检修晶体管收音机的方法也适用于检修集成电路收音机。

集成电路收音机虽然把分立元件收音机的各部分集中做在几块甚至一块集成电路之中，且各部分的电路一般也较分立元件要复杂，但其基本部分（例如输入电路、高放、混频、本振、中放、检波或鉴频、低放、AGC、AVC、AFC 的单元电路）

的功能及组合、排列仍是一样的。因此一般介绍用于检修分立元件收音机的几种常用检修方法，对检修集成电路收音机也是适用的。

有的集成电路虽把好多功能的电路都装在一块集成块中，但其中很多级的输入、输出端仍外接，有的连级间耦合元件都全部外接。例如 ULN2204 集成电路，它虽然集中了调幅变频、中放、检波、鉴频及低放等级，但其每一功能的部分输入、输出端及级间耦合元件全部外接。在作信号注入或信号寻迹时，可把其(6)脚(调幅变频输入)、(4)脚(变频输出)、(5)脚(本振输入)、(2)脚(中放输入)、(8)脚(检波、鉴频输出)、(9)脚(低放输入)、(12)脚(低放输出)等作为检测时各信号的注入或取出点。

**三、不要轻易拆卸集成电路**

集成电路有很多的信号输入端和输出端，检修时，可从输入端各脚注入信号，输出端各脚作为信号的取出点来判断集成电路是否正常工作。当探测其中某一功能时，首先要确认是供电电源的问题、外围元件的问题，还是集成电路内电路的问题。切忌随便拆卸集成电路。只有在确认外围元件无损坏，而有关功能脚工作电压偏离正常值时，才考虑拆卸或更换集成电路。这是因为集成电路引出脚多，难拆卸，而且拆焊时容易折断引脚或损坏印刷电路铜箔；另一方面，若无较精密的专用测试仪器，也很难判定拆下的集成电路到底是好还是坏。

当发现集成电路功能有问题时，正确的办法是先用高阻电压表检测其各脚的工作电压值，并记录下来，再与说明书中或器件手册中所提供的正常电压作比较，如果发现不正常，就应检查其外围电路中与直流电压有关的元件。如直流电压正常，就要检查与交流电路有关的元件，例如旁路电容、耦合电

容、耦合变压器、消振电容，以及输入信号源及输出负载的情况。如有中和、反馈支路，也应检查。只有经仔细检查，确认外围电路无问题时，才可试换集成电路。

**四、检修注意要点**

1. 检查时，要注意电源电压是否与收音机的要求相符（收音机常用集成电路引脚工作电压参见附录二）。电压过高，会使机内元件损坏；反之，电压低了，收音机又不能正常工作。同时还要特别注意电源电压的极性，千万不可将"+"、"-"接反。否则，不仅使收音机无声，而且会烧毁机内元件。

2. 打开机器后盖拆出机芯时，要注意紧固件的螺钉、垫片、压簧等，不要拆错丢失。如果要拆下拉线和拉线盘时，要注意拉线方法，以免无法复原。

3. 开机时，最好在电源内串入电流表（量程要放大些，如500mA，以免打表），以便掌握电流是否正常，避免烧坏机内元件。

4. 焊接元件时，一定要切断收音机电源，切不可带电操作。同时换上的好元件，先要认真刮净引脚并上好锡，然后焊牢。在焊集成电路时，切忌使相邻管脚短路。另外在更换外围电路中带极性的元件时，千万不能将极性焊反。如电解电容器的极性一旦焊反，就会因电解电容器的漏电而影响电平。

5. 收音机内的可调元件，如中频变压器、振荡线圈、微调电容、可变电阻、天线线圈等，在无把握的情况下，不要乱调，如果非调不可，要记住原来位置，以便试验后重新复原。

6. 检查机内元件时（如检查元件有无假焊现象），要轻轻拨动，不可用力过猛，以免损坏元件和印刷板上的铜箔线路。

7. 检修过的机器装好后，还应重新试听一次，只有确认故障彻底排除，收音机恢复正常工作，才可将机子交还用户。

8. 如试听时发现故障虽已排除，但其性能指标未达到要求，还应按本章第四节所介绍的方法，对收音机进行调试，恢复其性能指标。

## 第二节 集成电路收音机故障检修方法

由于不同牌号的收音机所采用的集成电路型号不尽相同，对它们的故障，既有“共性”，即大多为无声、声小、失真、噪声、灵敏度低、选择性差等几类；又有“个性”，即它们的具体故障可能各不相同。因而对它们的检修原则是相同的，具体检修方法又可能不同。这就需要灵活运用检修方法，多实践，多总结，多积累经验。常用检查故障的方法有下面几种：

### 一、直观检查法

直观检查法是一种最简单的检查故障的方法。维修人员利用手、眼、耳、鼻的直观感觉对故障原因进行判断。如元件引脚松动、焊点脱焊、元件温度高低，均可用手触摸。断线、脱焊、印刷板铜箔断裂、电阻烧焦冒烟、电解电容漏液等均可用眼观察出。异常故障声如汽船声、高频啸叫、机振等则可用听觉判断出。元件烧坏的焦臭味可用鼻嗅出。所以，这种检查法主要用于明显故障的排除，为下一步寻找隐蔽和复杂的故障扫清道路。直观检查法可以检查以下方面：

1. 电池卡(盒)弹簧及触片有无生锈。
2. 电池是否已经耗尽、流液。
3. 外接电源插座各触点是否接触良好。
4. 耳机插座触点是否接触良好。
5. 拉线转盘有无打滑现象。
6. 印刷电路是否有断裂现象。

7. 各元件引线有无断裂。

8. 各焊点有无脱焊等。

## 二、信号注入法

用信号发生器由后向前逐级注入信号，并用示波器观察输出波形，或听喇叭响声来判断故障；也可手持螺丝刀注入人体感应信号，听喇叭中有无低频响声或响声大小，来判断故障所在。具体检查方法是：

手握螺丝刀金属柄，利用人体感应信号，去碰触电路中有关的测试点。这样做等于向这些点注入一个信号，扬声器便会发出“嘟嘟”声，如果发现在碰触某一点时没有声音发出或声音变小，就应该检查这一点到后一点之间的电路，找出故障所在。

## 三、直流工作状态检查法

直流工作状态检查法，是指用万用表测量收音机中集成电路各引脚的直流电压与电路中直流电流，并与正常值进行对比，从而判断整机或某级工作状态是否正常的一种方法。如测量整机电压为零，说明电源线断路或接触不良，若测得电压低落，说明电池已用久需要更换；若测得整机电流太大，说明有短路现象，如电源去耦电容或集成电路击穿短路等；若测得某引脚无电压，说明内部开路或外接元件断路等；若测得某引脚工作电流或电压不正常，说明集成块内偏置电路发生故障或电阻变值等。

采用这种测量法，一是单片机应在通电状态下进行；二是要测静态时的直流电压值；三是外围元件中没有阻值可变的元件（如电位器）。这样，才比较准确。

## 四、交流短路法

交流短路法一般适用于检查高频啸叫、低频啸叫、杂音、

汽船声等故障。它是把电路中交流信号加以短路，使短路点前的各故障现象不从扬声器中反映出来。如某点对地短路，故障现象消失或显著减小，说明故障在短路点之前，否则在短路点之后；如把天线短路，噪声显著减小，则说明噪声属外界干扰所致。从而能迅速有效地判断故障部位所在。

短路法的具体操作方法是：检查中放级及之前电路可用一只 0.01μF 的无极性电容，检查低放级可用一只 100μF 的电解电容，把各级的输入端、输出端先后短路到地。如果此时扬声器中杂音消失或大大减弱，则表明杂音源于两端之间，应认真地检查两端的外围电路元器件及电路（包括焊点），找出故障，予以排除。

运用短路法检查故障在碰触相应点位时，不要滑动，尤其是集成电路引脚相距较近，防止因滑动引起直接短路而损坏集成电路。

### 五、局部断路法

在不影响其余部分正常工作情况下，把可疑部分或元件从整机电路中断开，看故障是否消失。若断开后故障消失，则说明所断开的元件损坏或故障在所断开的电路中。此方法多用于检查收音机整机电流大的故障。如断开电源滤波电容后，电流恢复正常，说明该电容短路或严重漏电；若断开集成电路中的某级后，电流恢复正常，则说明集成块中该级内有元件击穿导致工作电流太大等。

### 六、元件代换法

此法多用于可疑元件质量不易检查的情况下。将可疑元件如电阻、电容、变压器、集成块等用同类元件代替，则可迅速判断出引起故障的元件。如检查小容量的电容是否内部开路，只要用一只容量相近、质量好的电容并接在上面，一试便可知

道。如检查电阻是否断路，用代替法把一只好的电阻并上一试就清楚了。当经检查并排除了外围电路元件无故障而怀疑集成电路内部有故障时，可将它焊下来，用同型号的集成电路替换，一试结果就出来了。但是，集成电路代替法不要轻易使用。一则，它的引脚解焊和焊接困难；二则，它的外围电路如有一处不正常，都有可能导致它多处引脚电压变化。所以，只有到了必须用代换法时才对集成电路采用。

## 第三节　收音机集成电路的更换与修理方法

### 一、集成电路引脚的识别

收音机常用集成电路，随封装方式的不同其外形各异。常见的有帽形金属壳封装、扁平陶瓷封装、单列直插封装、双列直插封装等几种形式，分别如图 6-1 所示。图中(a)为帽形金属壳封装，它的引脚序号识别方法是：底视(即管脚向上)，键向里，自键左侧起，顺时针方向，依次为(1)、(2)、(3)……脚。图中(b)为单列直插式封装。从侧面看，若它的缺角或凹槽置于左侧，则引脚顺序为从左至右排。图中(c)为扁平封装式，正面向上，将标点或标棒端置于左侧时，则从下排脚左侧开始，自左向右依次为(1)、(2)、(3)……(7)；上排从右角向左开始，依次继续编号。图中(d)为双列直插式封装，也是顶视，把其标点、缺口或标槽侧置于左边，那么它的引脚编号是从左下角开始逆时针依次为(1)、(2)、(3)……脚。需要注意的是：有的功率放大集成块，有两个对称的较大的缺口，这是固定到散热器用的，并不是引脚识别标志。

### 二、集成电路的拆装

由于集成电路的引脚很多，少的有几个脚，一般的有十余

脚，多的达几十个脚。这样多的引脚，拆焊比较麻烦，必须掌握正确的拆装方法，否则，很易将印刷电路板及集成电路弄坏。

拆装集成电路的方法大致有以下四种：

1. 用吸锡电烙铁（吸锡枪）拆焊集成电路。方法是：用吸锡电烙铁逐个吸掉各引脚与印刷线路板之间的焊锡，把集成块拆下来。

2. 用专用紫铜制成的模块拆焊集成电路（如图 6-2 所示）。方法是：将电烙铁弯头插进模块孔内，使模块加热，然后把模块两突边压在要拆的集成块两排引脚

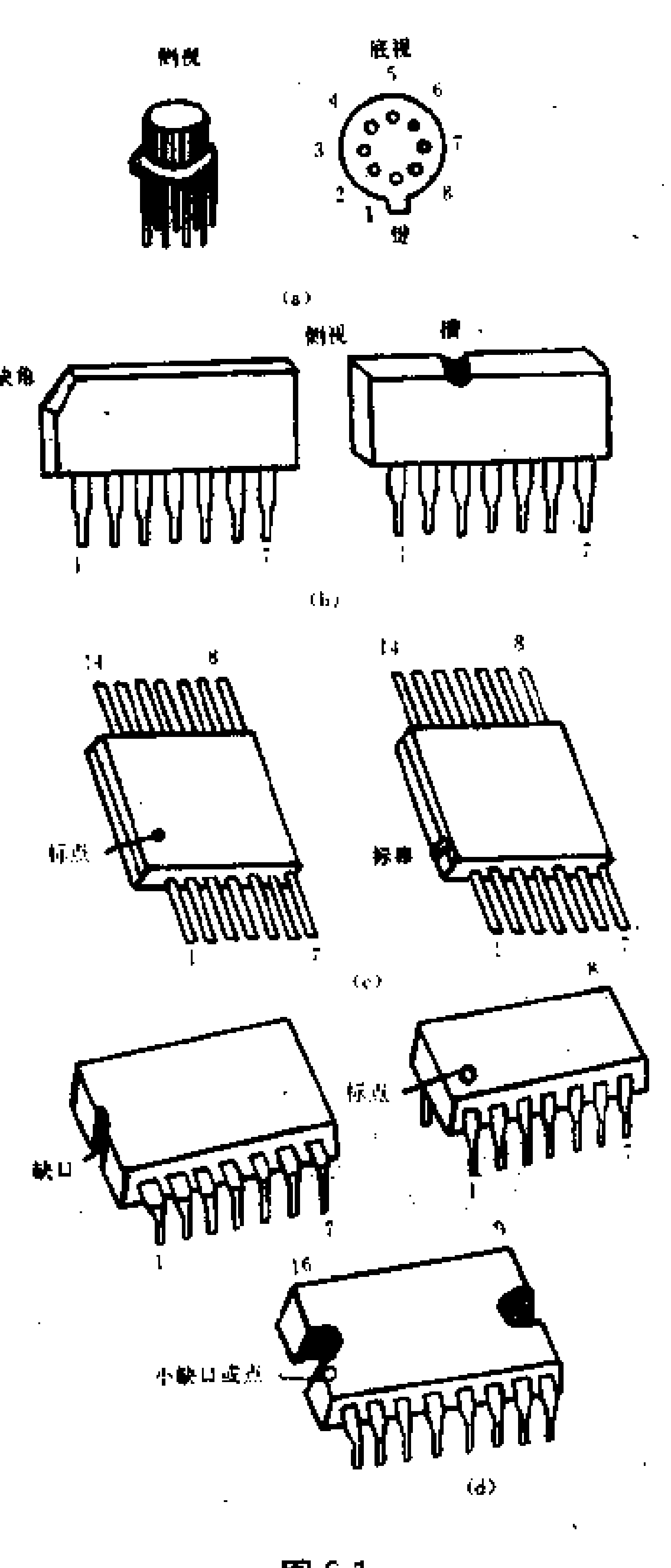


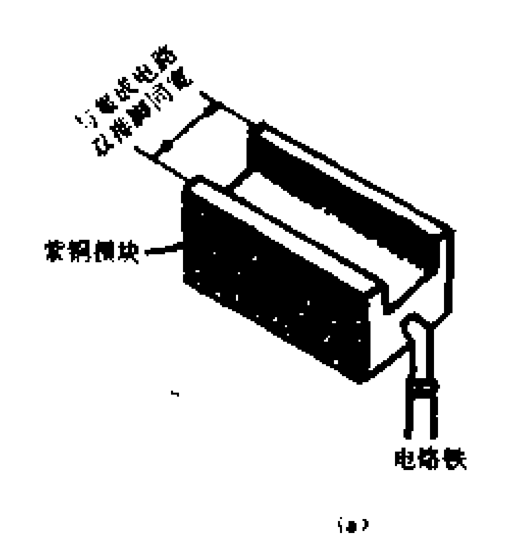

图 6-1

上，使两排脚上的焊锡同时熔化。再用小螺丝刀插入集成电路与印刷线路板之间，轻轻一撬，就可取下集成电路。

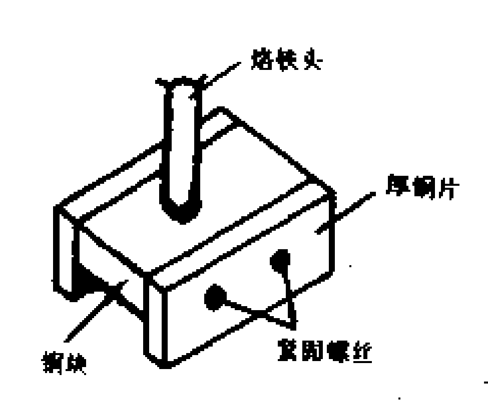
3. 用医用注射针头拆焊集成电路。方法是：把针头尖端挫平，用电烙铁把焊点锡熔化，将针头插入印刷电路板与引脚之间，轻轻转动，使集成块所有引脚均与印刷电路板脱开，即可方便地取下集成电路。

4. 用屏蔽电线的金属屏蔽网拆焊集成电路。方法是：取一段屏蔽线，抽出线芯，将屏蔽网套压扁，蘸上一点松香酒精，把它放在要拆下的集成电路的引脚上，然后把电烙铁压在网套上面，使熔化的焊锡被“吃”在网套上。这样把一个一个的引脚上的锡都去掉，就可顺利取下集成电路。此法没有前述三种方法方便。

应注意的是：在焊接时应用 20～30W 的电烙铁，不要用瓦数太大的，且烙铁在每一焊点不要停留太久，以免烫坏集成电路。由于集成电路各脚间距离很小，焊点焊锡不要太多，以防邻脚间短路。




(a)




(b)

图 6-2

## 三、集成电路的应急修理

收音机集成电路损坏，一般分为局部损坏或完全损坏两种情况。实践证明，对只有局部损坏的集成电路，可通过外加元件或改变外围电路来进行应急修理。这样既可排除故障，又能节省开支。下面略举几例予以介绍。

### (一)TA7331P 局部损坏的应急修理

一台袖珍收音机出现无声故障。当用螺丝刀碰触低放集成电路 TA7331P 的输入端(1)脚时，喇叭无声，但当碰触(3)、(4)脚时均有声。说明其内部放大器损坏(参见图 3-13)。对此，可采用图 6-3 所示的简单放大电路修复，图中虚线为新增加的放大电路。

### (二) TDA2002V 局部损坏的应急修理

一台收音机，接收广播信号时，声音小且音质沙哑失真，但收到的电台没减少。测量其音频输出功率只有 0.03V 左右，而正常值为 3V（供电电压为 9V)。该机音频功率放大器使用的是意大利 SGS 公司生产的 TDA2002V 集成电路。如图 6-4 所示，用万用表直流 10V 档检查各脚电压时，发现其(4)脚电压只 0.5V 左右，与正常值相差较大。检查外围元件未发现异常现象，估计故障是因集成电路内部个别元件损坏引起的。

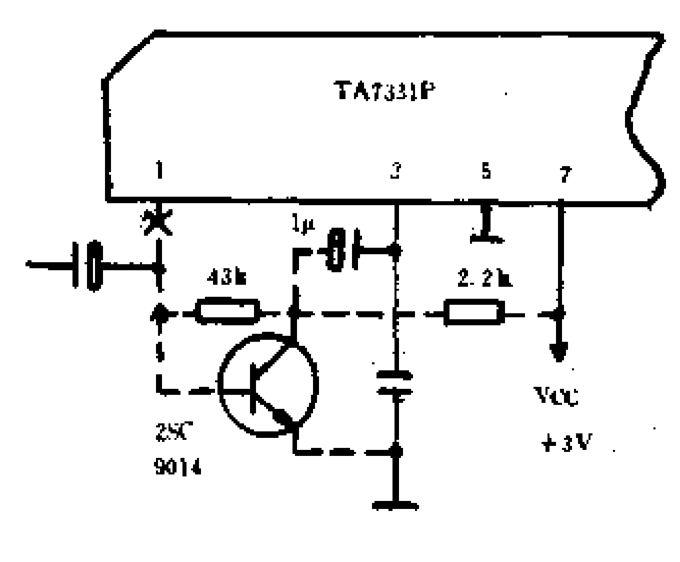


图 6-3

修理方法：用调整中点电压法进行修复。先在(2)、(3)脚

间加接一只 22kΩ 电位器和一只保护电阻 R(1kΩ)，见图中虚线方框所示，调电位器的阻值，使(4)脚与地间的电压上升为 4.5V(这时声音恢复正常)，然后拆下 W 和 R，测得总阻值约为 3kΩ，用一只 1/8W 的同阻值的电阻焊在(2)、(3)脚两端即可。这时测输出功率已上升为 2.8W 左右，故障消失。

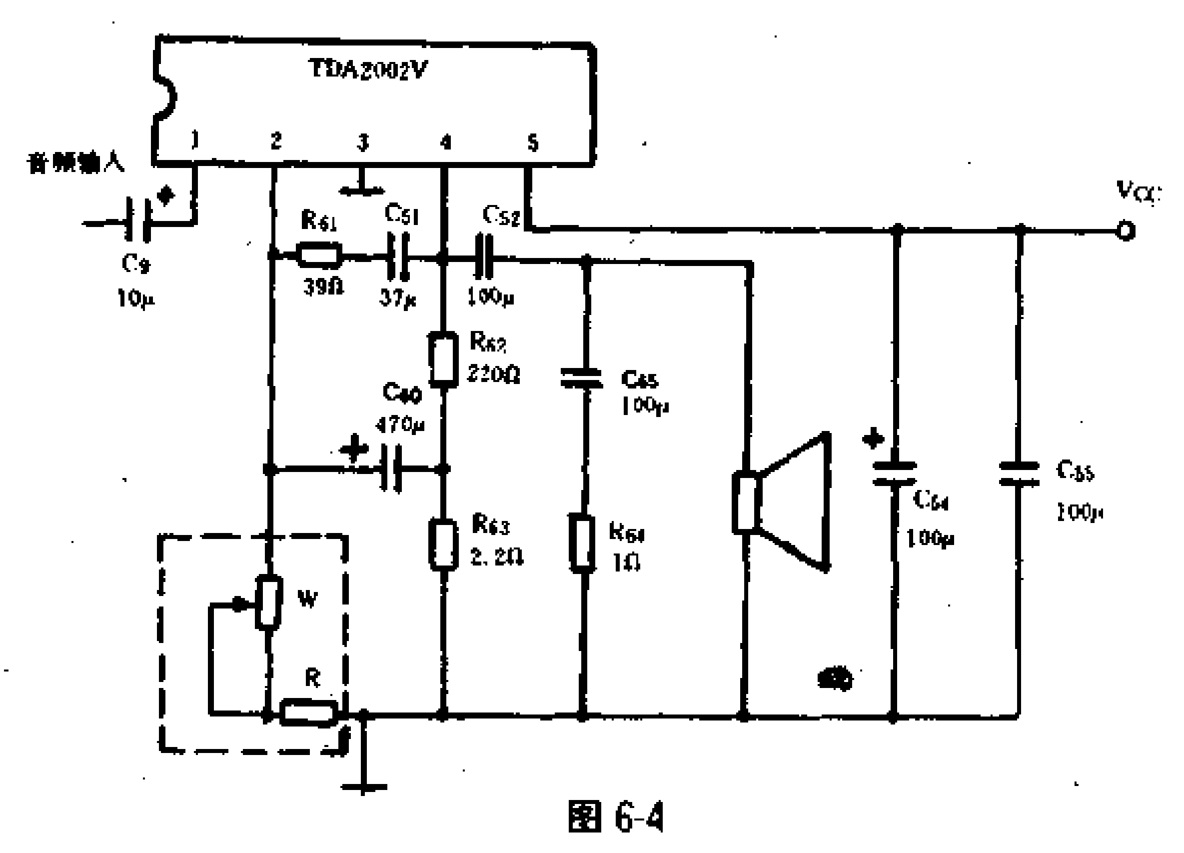



图 6-4

集成电路 TDA2002V 正常工作电压值及开路电阻值见表 6-1。

表 6-1

| TDA2002V | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 工作电压(V) | 0 | 0 | 0 | 4.5 | 9 |
| 开路电阻值(kΩ) | 3.5 | 6.1 | 0 | 4.9 | 4.9 |

注：开路电阻值是 500 型万用表 1k 档黑表笔接(3)脚测得的数据。

(三)CXA1019 局部损坏的应急修理

一台 10 波段袖珍收音机发生音量失控故障，调整音量电

位器无作用，音量始终很响。

判断音量失控故障，可测量 CXA1019 的(4)脚(直流音量控制端)对地电压是否随音量电位器的调节而变化。若(4)脚电压变化正常[一般变化值在 0.4～0.8V 范围内，(4)脚最高电压值约为 1.25V]，说明故障是在集成电路的音量控制电路。如果(4)脚电压不变化或变化极微，故障一般在(4)脚外接的音量调整电路中，应仔细检查电位器 $VR_1$、电阻 $R_4$、电容器 $C_{26}$及相关的印刷线路是否正常。倘若(4)脚外接电路及元件均正常，则表明集成电路有问题，但这种可能性通常很小。CXA1019 仅出现音量失控故障时，可以不换集成电路，只要按图 6-5 虚线所示，将直流音量控制改为传统的衰减式音量

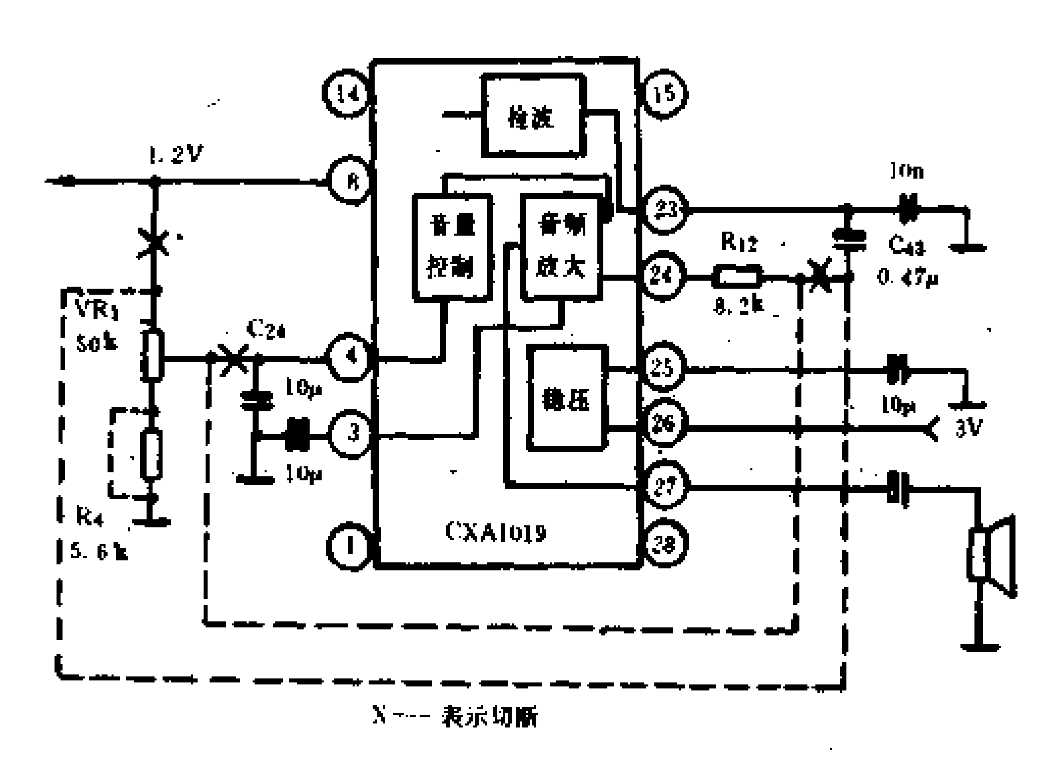



图 6-5

控制即可应急使用。图中 CXA1019 的(23)脚为调频鉴频和调幅检波的公共输出端，(24)脚为音频放大器输入端。将(23)脚输出的调频波段或调幅波段音频信号，通过 $C_{43}$及 $VR_1$

送入(24)脚，调节 $VR_1$ 就可改变送入(24)脚的音频信号幅度，从而实现音量控制。

(四)ULN2204 局部损坏的应急修理

一台用 ULN2204 集成电路组装的单片机，出现无声故障，经检查是 ULN2204 内部的变频级损坏。其它功能正常。对此可以用分立元器件组成一个变频器，做在一小块印刷电路板上来代替，只要将原集成电路的(6)、(7)、(5)、(4)脚切断，把新的变频电路的中频变压器次级接至(1)、(2)脚即可。如果发现其低放部分损坏，可以切断集成电路的(9)脚、(12)脚，另用一单低放集成电路或分立元件的低放电路来代替。

## 四、集成电路的代换

### (一)直接代换

在修理中，若发现集成电路损坏，一般都应换用同型号的集成电路。有不少型号集成电路，由于生产厂不同，虽然其内电路和引脚、性能都完全相同，其型号中的数字部分也都相同，但前面的字母型号却各异。以收音机单片集成电路 TA7641BP 为例，有 D7641BP、FY7641、TB7641、XG7641 等。它们都可以直接互换使用。

有些集成电路，它们的型号后尾还加一个或两个字母，这都是改进型，大部分可以直接代换，但也有一些要稍许改变外电路后才能代换。

有些集成电路，虽然从型号看无相似之处，但其内电路、性能、引脚却是完全相同，或极为类似，它们也可直接代用，或稍改外电路即可。以 μPC1018C 为例，可以与之直接互换使用的集成电路有：AN7218、BA4210、BH1018C、CD1018C、FD303、TB1018AM 等。

收音机常用集成电路的代换，详见附录一。

(二)间接代换

对已完全损坏的集成电路，除了用上面介绍的方法直接代换外，还可用功能相近，但型号、引脚和封装形式不同的集成电路，通过改动脚位、调整元件参数来实现间接代换。

例如用 AN7401 代换 LA3301 时，要把接于(8)脚的分离度调节电位器由原来的 300Ω 改为 27kΩ，接于(16)脚的电阻器由 5.1kΩ 改为 15kΩ，旁路电容由 1500pF 改为 470pF 即可。

## 第四节　集成电路收音机的业余调试方法

由于集成电路内部已采取了多种自动偏置、自动稳压措施，所以收音机各级静态直流工作点无需调整。打开修复的收音机，慢慢旋动调谐旋钮，通常情况下应能收听到本地电台的播音(如完全收不到或存在自激啸叫，排除的方法见第七章有关介绍)。可以进行调试，调试包括 3 个方面：中频调整、频率覆盖调整、三点统调。其调试方法与晶体管收音机相同。

**一、中频调整**

可以听声音，或用优质收音机校准，或用万用表进行。

听声音作中频调整：收听中波段低端某一电台，用无感螺丝刀或塑料杆等不带铁磁的工具，慢慢调节中频变压器磁芯，由后往前逐级调整。一边慢慢左右调节磁芯，一边听广播声音大小，反复调两三遍，直到声音最响为止。调整中，收音机的音量不要开得太大，以免人耳对很响声音的变化反应迟钝而难以分辨。

用优质收音机校准中频：用两股绞合的胶质线作耦合电容，将一股的一端接到优质收音机检波级的输入端，另一股的

对应端接到待调收音机天线联的定片，两台收音机的地线相连接。将优质收音机调谐某一电台，再用无感螺丝刀由后往前逐级反复调整被调收音机的中频变压器磁芯，使其声音最大为止。

用万用表调整中频：将万用表置于适当的电压档，接在检波级的输出端，用无感螺丝刀由后往前逐级反复调整中频变压器磁芯，使其指示值最大为止。

**二、频率覆盖调整**

频率覆盖又称频率范围，调整的目的是使收音机每个波段的频率覆盖都达到规定的范围，并使所接收的频率与刻度盘上的频率标志（刻度）相一致。中波和短波段应分别进行频率覆盖调整。

在中频段低端收听某一电台（如 640kHz），调整中波的振荡线圈的磁芯，使指针对准刻度盘上 640kHz 的刻度。再在中波段高段收听某一电台（如 1550kHz），调整中波段振荡回路的补偿电容，使指针对准 1550kHz 的刻度。如此反复调整几次，直至高、低端都对准所接收的频率为止。

短波段频率覆盖的调整方法与上述相同。

**三、三点统调**

所谓"三点"，是指波段的高端、低端和中间，中波段和短波段应分别进行三点统调。

在中波段低端收听某一电台，调整中波天线线圈在磁棒上的位置（必要时可改变其匝数），使其广播声音最响；在中波段高端收听某一电台，调整中波输入回路中的微调电容，使其广播声音最响；在中波段中间收听某一电台，调整中波振荡回路中的垫整电容，使其广播声音最响。这样反复调整几次。

短波段的三点统调方法与上述相同。

# 第七章　集成电路收音机故障分析与检修

## 第一节　多片集成电路收音机故障分析与检修

在前面第四章第一节里，介绍了多片收音机的工作原理，本节将以采用国产集成电路组装的收音机为例（有关电路工作原理参见第四章第一节的介绍），简要介绍其故障的排除。

**一、收音部分的故障分析与检修**

（一）收音部分自激

1. SL315 第(5)脚中频和低频退耦不良。应加大电容量。

2. 第(4)脚中频退耦不良。电容可用 0.1～0.22μF 的，必要时可加入一只 20μF 的电解电容器。

3. AGC 作用不良。第(9)脚为 AGC，由检波输出通过一只电阻和一只电容器，如果电阻阻值增大，则 AGC 作用便不明显。另外中放级增益过高，可能引起自激。

4. 频率低端灵敏度差。可以检查变频级电流。如该级电流太小，则可在(2)脚上并联一只电阻，以增大变频级电流。

（二）无声

收音机在出现无声故障时，应先排除变频中放集成电路的外部电路的故障，然后可进行检查集成电路本身所造成的故障。以 SL315 为例，首先应检查(3)、(10)、(13)脚是否焊接完好，是否呈开路的状态，或者检查(2)、(8)、(12)脚对地是否短路，(5)脚的电压是否为 1.4V。这些都是造成无声故障的可能原因。

如果振荡联与(2)脚短路,(2)脚的电压为 1.5V 左右,也会造成无声的故障。

(三)SL315 集成电路损坏的判别

判别变频中放集成电路是否正常工作,最有效的办法是测其引脚的直流电压和电流。SL315、CF043 各脚的正常工作电压列在表 7-1,可供参考。

表 7-1

| | 管脚 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SL315 | 电压(V) | 1.4 | 0.7 | 6 | 1.4 | 2.1 | 1.4 | 0 | 0.7 | 2.1~3.6 | | 1.4 | 0.7 | 6 | 6 | | |
| CF043 | 管脚 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| (4V 时) | 电压(V) | 4 | 1.3 | 0.8 | 0 | 4 | 0.7 | 0 | 0 | 0.4 | 0.3 | 0 | 0 | 4 | 0.7 | 1.3 | 4 |

注:电源电压 6V 时。

如果外电路正常而测出的电压与表 7-1 有很大的差异,则多为集成电路的故障,应予以更换。

如果测出变频中放集成电路的电压等均正常,管脚亦无开路、短路情况,则故障系由外围电路所引起。读者可根据第六章第二节介绍的方法进行检修。

## 二、低频放大部分的故障分析与检修

(一)电容器引起的故障

低频放大器集成电路,一般不易发生故障。因此在遇到故障时,首先应对外围电路进行检查。先检查连线有无断路、短路,在此基础上可进一步检查外接元件。特别以外接电容器异常以后,发生故障的情况较多见。

(二)管脚引起的故障

1.(1)脚与(2)脚短路,无声。

2.(3)脚对地短路,无声。

3.(2)脚对地短路，无声。

4.(13)脚与(14)脚短路，无声。

(三)SL34 损坏的判别

经过对外电路及与外电路连接的相关元件都检查以后，如确认均完好无损，而故障依然存在，那么就要对低频放大器集成电路进行检查了。一般判断低频放大器集成电路是否正常，可以通过测量集成电路的各脚对地的电压和电流值加以判别。这里列出 SL34 与 CF039 各管脚在正常工作时的电压，供检修时参考。如果所测出的电压值稍微有点偏差，则仍可认为是正常的。

表 7-2

| 管脚 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 电压(V) | 3 | 3.7 | 0.8 | — | — | — | 0 | 3 | 6 | — | 6 | — | 3 | 3 |

注：SL-34 在电源电压为 6V 时。

| 管脚 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 电压(V) | 3.7 | 0 | 0.8 | 0 | 4.0 | 0.7 | 0 | 0.7 | 4.0 | 0.7 | 0.8 | 1.9 | 3.6 | 4.0 |

注：CF039 在电源电压为 4V 时。

值得指出的是：在维修中，电源不能与集成电路输出脚短路，同时也不允许输出脚与地短路。例如，当 SL34 的输出端(8)脚一旦与电源或地短路，SL34 便会立即烧毁，这点要引起特别的注意。

## 第二节　单片集成电路收音机故障分析与检修

单片收音机常见故障有：无声、噪声、失真、灵敏度低、选择性差、机械配合失灵和发生机震等几类。

为了便于介绍单片收音机的检修技术，本节以

ULN3839A 单片机为例，详细分析其故障产生原因及其排除方法。ULN3839A 应用电路参见图 4-18。

## 一、无声故障的分析与检修

### (一)故障分析

单片收音机无声故障现象可分为两种：

1. 完全无声。接上电源连一点背景噪声即电流声都没有；

2. 收不到电台声音。只能听到"沙沙"电流声，而无论怎样调节调谐旋钮，都听不到电台广播。检修故障时可按图 7-1 所示顺序进行。

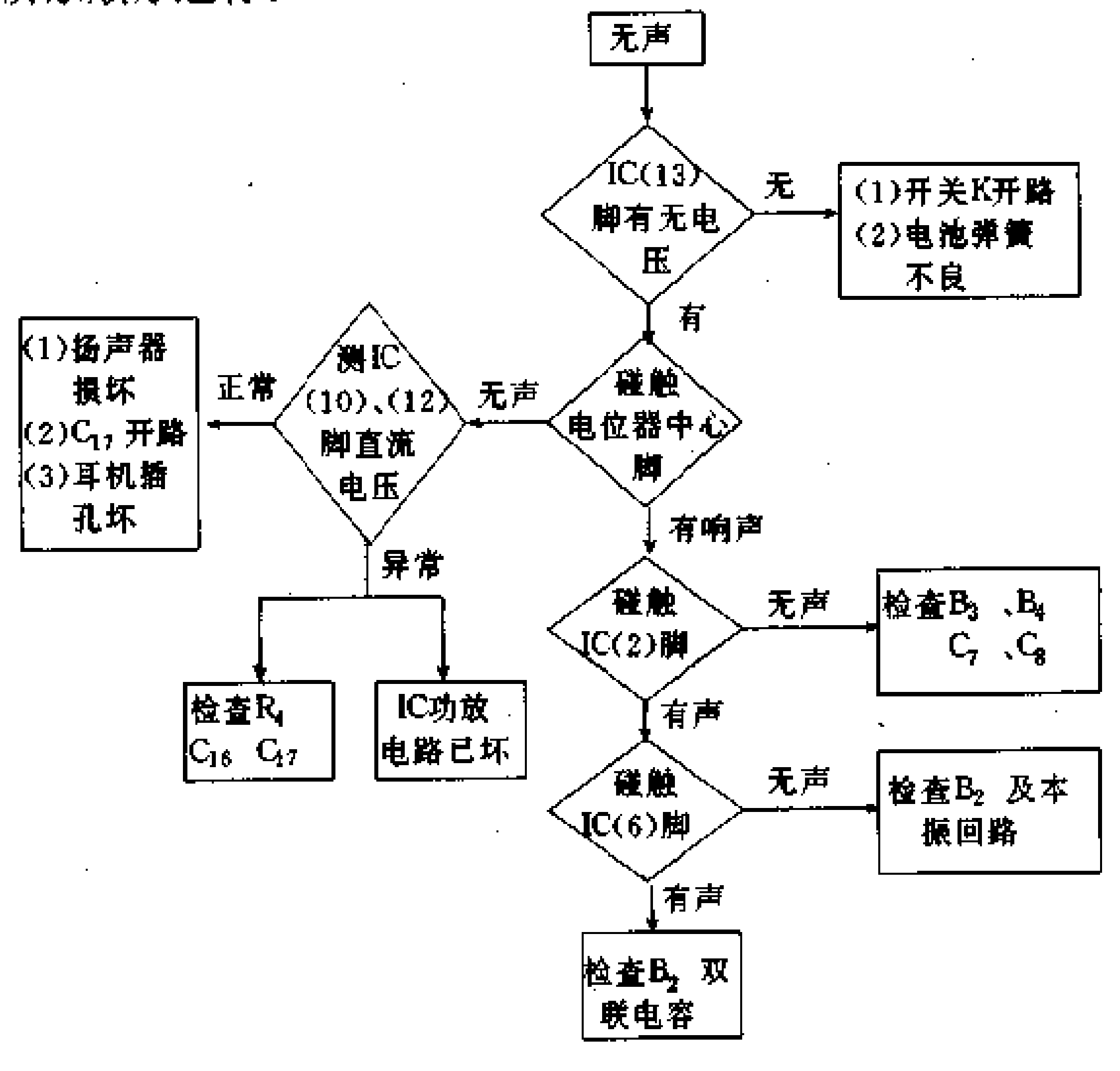



图 7-1

(二)检修方法

1. 检修开关。如果发现打开开关，但接不通电路的现象，则可能是因开关引线断路或开关接触不良。对于开关断线，应重新焊牢；对于接触不良，应通过调整开关上的弹簧或除去触点处的污垢来修复。

检查开关时，可用万用表 R×1Ω 档来检查。每次开、关，电路都应通、断，且正确无误。通常开关“开”时，单片收音机能听到“沙沙”声；电位器接近“关”时，应听不到广播声；“关”断时，收音机应寂静无声。

2. 检修电池卡子上的弹簧。电池正、负极弹簧的焊线点可能虚焊或假焊。对此，应重新焊牢。在焊接前，应用砂纸打磨弹簧，除去氧化层，然后用较大瓦数的电烙铁进行连线焊接。

3. 检修扬声器。检查时，主要是检查连接引线是否脱焊。如发现脱焊，应重新焊接。

4. 检修中周与振荡线圈。用万用表测量中周或振荡线圈的电阻值。若阻值很大，可能是线圈内部开路。对于开路的线圈应用新的中周或振荡线圈更换。用万用表测量中周或振荡线圈各引脚与外壳的绝缘电阻。如果测得阻值等于零或接近于零，表明它们已短路。对于有故障的中周，要拆开外壳，把松动的引线线头理好和焊好，防止再与外壳接触，而后封装好再用。

排除比较主要的元器件故障后，如果还只能听到“沙沙”声，就应当着手检查电路的元件故障，一般用注入信号法、代替法等进行检查，一旦发现损坏了的元器件，应予更换。

## 二、噪声故障的分析与检修

(一)故障分析

单片收音机的噪声故障可分为两种：

1. 外来干扰引起噪声，如过往的汽车、日光灯、电吹风等产生的电火花引起的；

2. 机内元件不良与电路故障引起的。

区分这两种故障现象，可将单片收音机输入回路短路，如把磁性天线线圈中的初级线圈短路，此时噪声消失或中断，说明噪声是属于外来干扰噪声。如输入回路短路后噪声依然存在，则是本机故障引起的。

检修由本机故障引起的噪声时，可以采用逐级短路法，找出故障产生区间电路，然后再查出具体的元器件或部位。检修时，可按图 7-2 所示流程图进行。

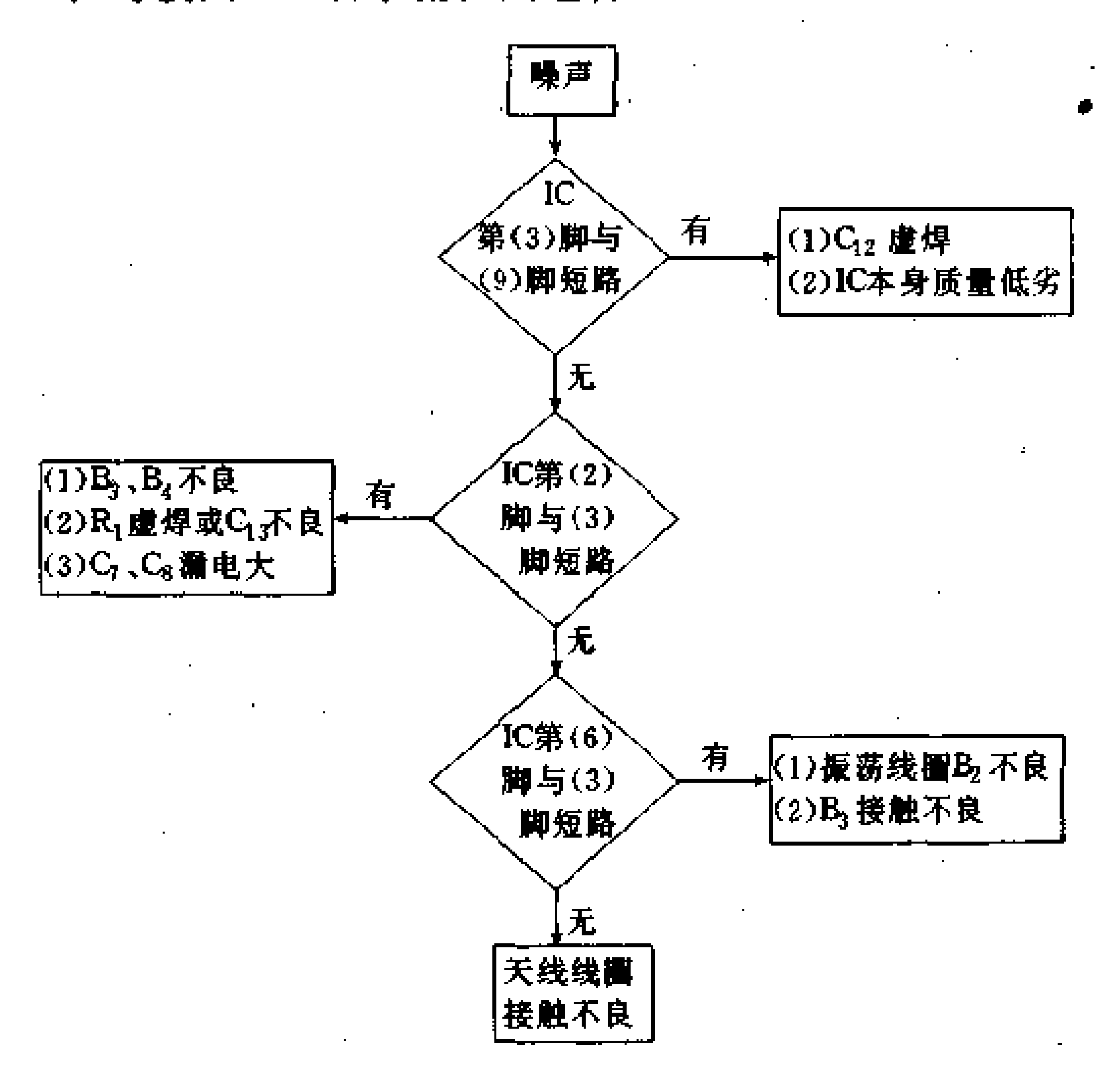



图 7-2

（二）检修方法

1. 如在旋转音量电位器时，产生“卡拉、卡拉”的杂音，说明电位器内部接触不良。对此，可沿着电位器转轴注几滴钟表油或汽油（也可用无水酒精或洁净剂），让油渗入到电位器内部的碳膜片。与此同时，用手来回转动转轴数次。这样做的目的，是使转轴灵活，溶化碳膜上的污垢，改善接触。倘若注油办法无效，则应将电位器换新。

2. 转动双联电容器时，扬声器发出“嚓嚓”噪声。这是双联电容器两极片间进入尘埃，或是动、定片局部碰片，或是双联电容器受潮产生漏电。对此，可用无水酒精从小孔注入密封壳，并来回旋转转轴，促使酒精渗入薄膜荡涤尘埃，中和静电。待酒精蒸发后，便能消除噪声。如果是薄膜片破损引起噪声，要用小刀细心地撬开防尘罩，再用螺丝刀卸下紧固螺丝，用良好的薄膜换下破损的薄膜；接着把动、定片等全部浸入无水酒精洗涤，取出晾干后，按原样封装，便可使双联电容器恢复良好，消除噪声。

3. 元件引脚虚焊也会引起噪声。对此，用手指或用镊子轻轻拨动可疑元器件，静听扬声器声音变化。发现虚焊，重新焊好焊点即可。

4. 中周、振荡线圈。磁性天线线圈，其引线将断未断时，也会引起噪声。对此，应将断处剪掉，重新焊接，以消除噪声。

5. 各电容器内部接线接触不良或漏电严重也会产生噪声，特别是去耦电容（$C_{12}$）一旦漏电，便会产生严重噪声。对此，应更换已损坏或质量不良的电容器。

6. 集成电路 IC 质量不良，宜用代替法加以证实并更换，这样便可从根本上消除噪声。

## 三、失真故障的分析与检修

### （一）故障现象

单片收音机出现失真时，声音与原广播音不一样，有混浊不清或断断续续感觉，甚至还有只有高音没有低音的感觉。造成单片收音机声音失真的原因是多方面的。ULN3839A 机声音失真，可按图 7-3 所示流程图查找。

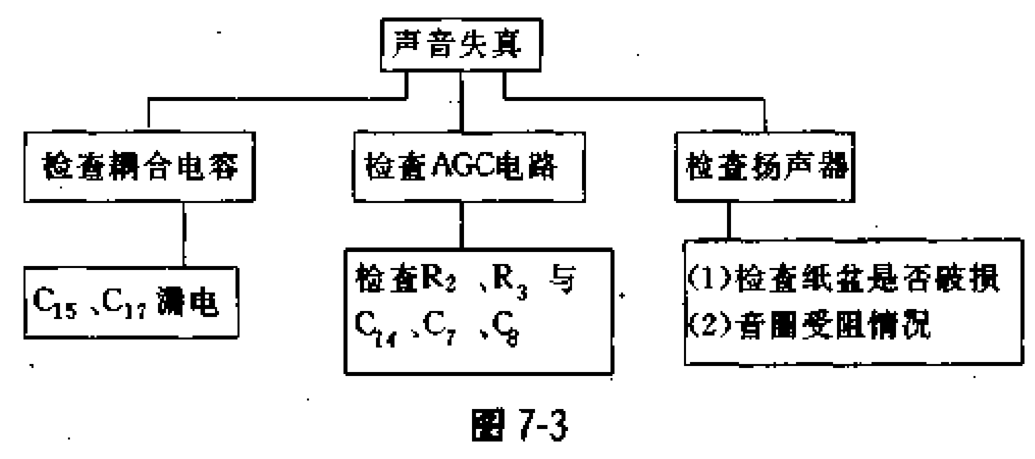



图 7-3

### （二）检修方法

1. 检查耦合电容。用 ULN3839A 集成电路组装的收音机，担任耦合电容的 $C_{17}$、$C_{15}$漏电，将导致 IC 第(8)、(9)脚和(12)脚的电压不正常，使功率放大在严重失真状态下工作。这时，用万用表测量第(12)脚电压，如发现偏低（正常值为 2V），就要更换 $C_{17}$(220μF)；当用万用表测量第(8)脚电压时，发现电压值也偏低（正常值为 1.4V），就必须更换 $C_{15}$(0.022μF)。

2. 检修扬声器。检查扬声器过程中，如果发现纸盆破裂，应用环氧树脂或万能胶或 502 胶水涂抹裂缝处，待裂缝粘合固化后使用，也可以用透明胶纸粘贴后使用。若发现因音圈不正而使扬声器发出"沙沙"声时，应取下防尘网，将音圈四周用水湿润，而后用小纸条均匀插入磁隙中，用电吹风吹干或自然晾干，再取出小纸条，便能使音圈正位，声音复原。

3. 检查 AGC 电路。当 AGC 电路有故障时，可能使信号

太强，而使声音信号失真，对此，应检查 AGC 电路的 $R_2$、$R_3$、$C_{14}$和 $C_7$、$C_8$ 等元件，更换已损坏和失效的元件，同时检查焊点有无虚焊。虚焊的要重新焊牢。

## 四、灵敏度低故障的分析与检修

### (一)故障分析

单片收音机灵敏度低，是指它接收的电台数少。而引起灵敏度低的原因比较多，如输入电路效率、变频级与中放级增益以及检波级效率等影响。具体机型要具体分析。

通常，检查各级放大能力，都用注入信号法，即用手握螺丝刀金属柄碰触输入级接触点，监听与比较扬声器的响声。扬声器“喀拉”声大，放大效率就高。应当指出：中放级与变频级碰触声，显然不应比低放大。检修 ULN3839A 机灵敏度低故障时，可按图 7-4 所示流程图进行。

### (二)检修方法

1. 磁性天线抽头中有断股现象，使调谐回路的 Q 值降低，应重新清理线头，并予以重焊。

如果是统调没有调好而使一端灵敏度偏低，应重新调整天线线圈在磁棒上的位置，搞好统调。

2. 中周失调，引起灵敏度降低，应重新调整中周。如果是磁芯老化，使 Q 值下降，应予更换。如属中周内线圈部分短路，导致调整磁芯不起作用，应用代替法查清后予以排除或更换。

3. 输入回路中 $C_2$ 和本振回路中 $C_3$、$C_4$ 失效，可用代替法予以证实后更换。

4. 电源滤波电容 $C_{18}$、$C_5$ 和中频滤波电容 $C_{14}$、$C_{16}$失效，使整机或中频放大增益下降，应更换。

5. IC 第(8)脚所接的电阻 $R_3$ 是增益控制电阻，它可以控

制(16)脚电压,而达到改变中频放大器增益。调整 $R_3$ 阻值,使(16)脚电压值在1.3~1.7V之间。如果调整 $R_3$ 无效,则说明 $C_7$、$C_8$ 严重漏电,应更换 $C_7$、$C_8$。

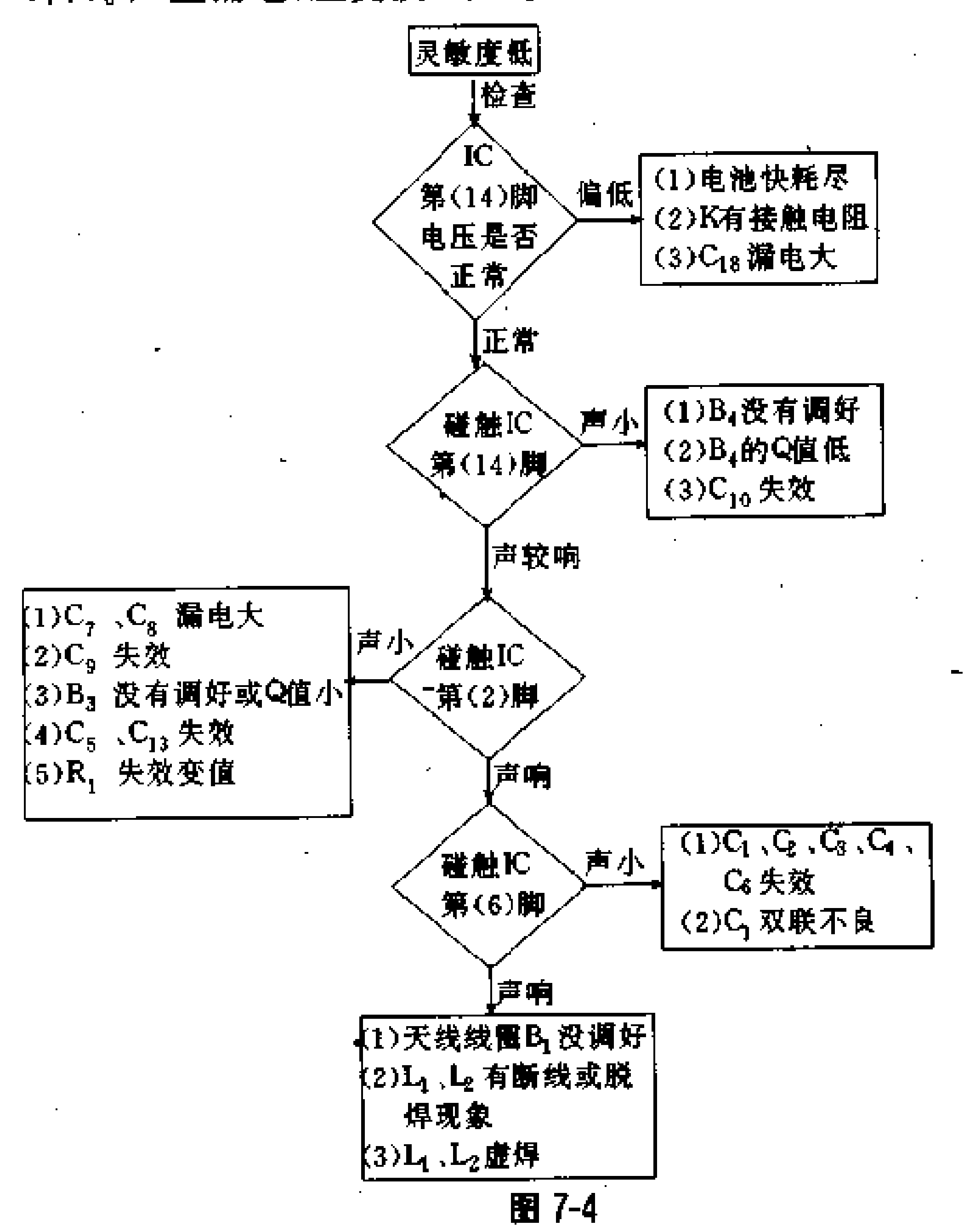



图 7-4

## 五、选择性差故障的分析与检修

### (一)故障分析

单片收音机选择性差,是指混台现象严重。收听一个电台时会出现两个、甚至两个以上其它电台的声音。产生这种故障

主要原因是输入回路和中频回路质量不良。ULN3839A 机出现选择性差故障现象时，可按图 7-5 所示流程图进行检修。

（二）检修方法

1. 检修磁性天线回路。天线线圈 $L_1$、$L_2$ 断线失去选择输入信号能力。$L_1$、$L_2$ 多股线圈部分断线，使 Q 值下降，灵敏度下降。检查出后，应予重新焊接。

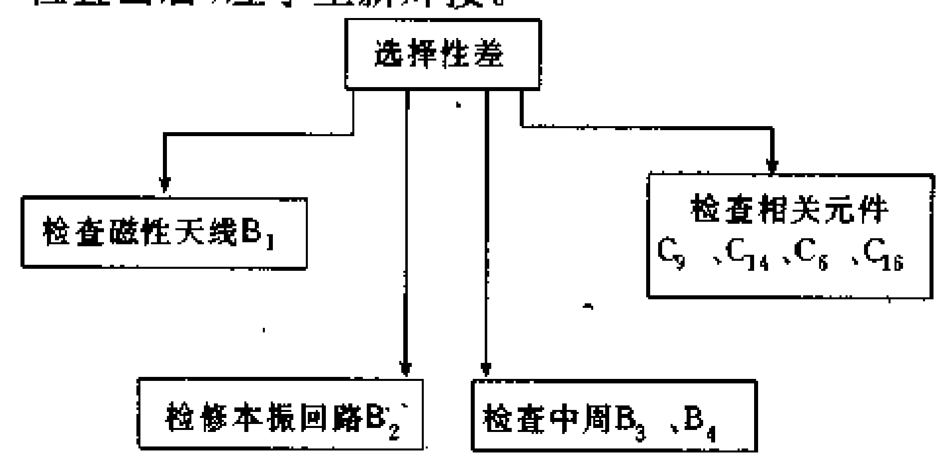



图 7-5

2. 检查本振回路。经检查发现本机振荡停振，原因有振荡线圈 $B_2$ 开路，$C_6$ 漏电大，微调电容 $C_3$ 动片与定片短路等。宜先用代替法，用同类电容与 $C_6$、$C_3$ 并接，排除其故障，最后再检修振荡线圈，用万用表测量，如果内部断路，应予更换。

3. 检查中周 $B_3$、$B_4$。如果发现中周失谐，可重调；如果发现槽路电容 $C_5$、$C_{10}$失效或开路，使调整磁芯时对音量影响不大，应更换 $C_5$、$C_{10}$。

4. 检查相关元件。高频及中频电路中的旁路电容 $C_9$、$C_{14}$、$C_6$、$C_{16}$，检查它们是否失效与开路，如发现有失效或开路情况，应予更换。它们的损坏既会影响到灵敏度，也会影响到有关调谐回路的 Q 值。

## 六、机震故障的分析与检修

（一）故障分析

机震也是一种啸叫现象。它是由单片收音机的机械共振引起的，而后通过电路的作用，并使电路与机械互相构成寄生调制信号，通过扬声器发出啸叫。机震往往发生在音量开大时，音量小时，机震便自行消失。例如，双联电容器、中周、磁性天线等受到振动，它们的参数出现变化，导致本机振荡频率、中放增益也随着发生变化。这种变化又经过非线性放大后，成为音频信号，推动扬声器发出啸叫。同时，这种啸叫又回授影响上述易振元件，使机震循环不息。

单片收音机发生机震，应按图 7-6 所示的流程图进行检修。

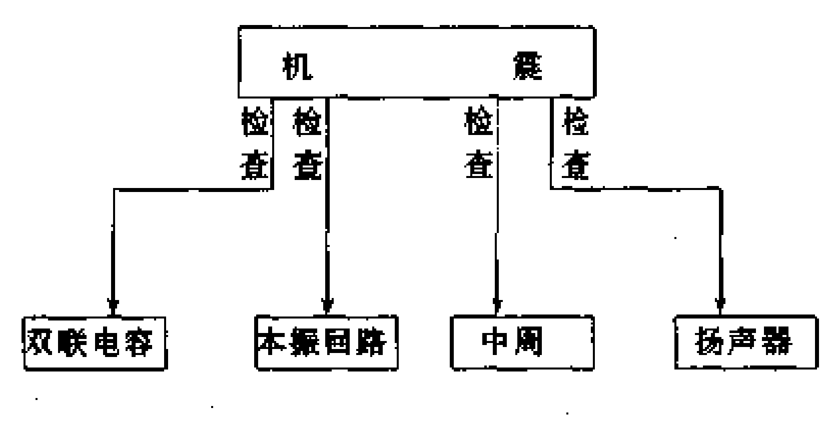



图 7-6

(二)检修方法

1. 检查双联电容。当机震引起的啸叫声无规律时，首先应检修双联电容。在双联电容与印刷电路板之间垫上一层橡皮或泡沫塑料作减振物，而后拧紧紧固螺丝(包括双联四角的螺母)。

2. 检查本振回路。振荡线圈内部的磁芯不应有松动，若松动，应用蜡固封。振荡部分的元件不应抖动，如有抖动，可用环氧树脂粘住固定。

3. 检查扬声器。检查扬声器的盆架是否与印刷电路板或电路板上元件直接相碰，如是，应调整后脱离接触。在扬声器

与机壳之间垫上减振垫圈，并予以紧固。

4. 检查中周。要查看中周外壳引脚是否已经压平到印刷电路上，如果没有做到，应采取相应的封固措施。

5. 检查磁性天线。磁性天线的磁棒架应架稳。经统调后，天线线圈要用蜡固定，防止震动。

## 七、调谐机构失灵的分析与检修

单片收音机中调谐机构的失灵也是常见故障之一。因为选台的需要，调谐机构必须经常使用，因磨损、老化等原因，常使传动部件失灵或损坏。为此，必须掌握其检修技术。

调谐机构失灵，表现为多方面，主要有：游标指针移动呆滞或不动；选台时发出"吱吱"的机械摩擦声；不能进行选台。针对以上主要故障，检查方法如下：

### (一)选台时游标指针移动困难

1. 故障分析：单片收音机使用时间长了，采用传动调谐的拉线会出现松弛，以致引起打滑，于是游标指针移动就十分困难。

2. 检修方法：出现拉线松弛时，可把拉线裁短一些再用，也可用新线更换；如果拉线只是打滑，可抹些松香酒精溶液，待酒精挥发后便会增加摩擦力。

### (二)选台时发出"吱吱"的机械摩擦声

1. 故障分析：拉线在调台时，常发出"吱吱"声，这多是由于拉线太粗，在调谐转轴上重叠运转而发出的。还有一种情况，导轮粗糙，拉线通过艰难时也会发出这种响声。

2. 检修方法：如属于拉线太粗而发出响声时，应换一根较细的尼龙线或琴线作拉线。如属于导轮粗糙而发出摩擦声时，应更换一个合格的导轮，或用利刃对导轮加以整修后再用。

（三）不能进行选台

1. 故障分析：调谐时游标指针移动正常，但就是不能进行选台。显然，这是双联电容器不转动所造成的。

2. 修理方法：出现上述故障，多是由于拉线转盘与双联电容器转轴的固定螺丝松了，使两者不能联动。只要将紧固螺丝上紧，故障即可排除。

**八、集成电路损坏的判断与检修**

集成电路是单片收音机的核心元器件。当确定外围电路元件均无故障的情况下，才可以认为是集成电路存在有故障。为了断定集成电路损坏或存在故障，可以用两种方法进行：一是用电压测量法。即用一台内阻大于 20kΩ/V 的万用表直流电压档进行检测。检测时将音量电位器旋到中间位置，然后测出各引脚对“地”的直流工作电压值，再与维修技术资料中所提供的标称电压值相比较，如果两者不相符，就可以大体上断定单片集成电路已损坏（单片机常用集成电路工作电压可参见附录二）。二是用代替法。即将可疑的集成电路换到正常工作的同型号单片收音机上去。如果这时正常工作的单片收音机仍正常工作，说明集成电路没有损坏；如果使正常收音机出现故障，说明集成电路损坏。收音机集成电路的应急修理与代换，已在前面第六章第三节作了具体介绍，这里不再赘述。

# 第八章　集成电路收音机故障检修实例

## 例一　完全无声(耳机插座接触不良)

**【机型】**白鹤牌 4X15 型 FM/AM 集成电路袖珍收音机。

**【故障现象】**完全无声。

**【检修】**接通电源,扬声器听不到“咔哒”声或“沙沙”声,这种现象为完全无声故障。因为电源一接通,功放输出级应有电流流过,所以扬声器应有声音发出。此故障一般发生在电源和功放输出级。

该机采用的是单片集成电路 TDA1018。用万用表直流电压档检查电源电压正常;用万用表欧姆档检查扬声器也正常;测 TDA1018 的(12)脚、(10)脚电压正常,电容 $C_{23}$ 良好,最后检查是耳机插座接触不良,使扬声器电路断开而无声。将耳机插座修复,收音机恢复正常工作。

## 例二　无声(电源高频退耦电容 $C_2$ 严重漏电)

**【机型】**蝴蝶牌 107-2 型集成电路收音机。

**【故障现象】**无声。

**【检修】**测整机电流为 35mA 左右,偏大。将 $R_4$ 一端焊开,再检测整机电流只有 0.5mA;关机测 IC TA7641BP 的(4)脚对地正、反向电阻均为几十欧,判断为电源滤波电容 $C_8$(100μF)、$C_2$(0.022μF)或 IC 有故障。拆下 $C_8$ 检查,充放电正

常，拆下 $C_2$ 检查，发现严重漏电。由于手头没有同规格电容，换上一只 0.01μF 瓷片电容，再测 IC 的(4)脚正反向电阻均大于 5kΩ；将 $R_6$ 恢复原状，通电试机，故障排除(此机中的 $C_2$、$C_8$ 相当于牡丹牌 MX108B 型收音机中的 $C_4$、$C_{10}$，参见图 4-16)。

## 例三　无声(高频去耦电容 $C_{10}$ 严重漏电)

**【机型】**桔子洲 2G7 型两波段集成电路收音机。

**【故障现象】**无声，收不到台，电源正常。

**【检修】**开机检查，无元件损坏，用镊子触碰电位器中心头，有一般响声，用万用表量天线完好(波段开关置于中波位置)。用万用表量 IC 各脚电压，只有(7)脚电压有变化且偏低。怀疑是外围元件电容 $C_{10}$ 有问题。如图 8-1 所示，拆下电容 $C_{10}$ 检测，发现 $C_{10}$ 严重漏电，信号被短路。换上同型号电容后故障排除。

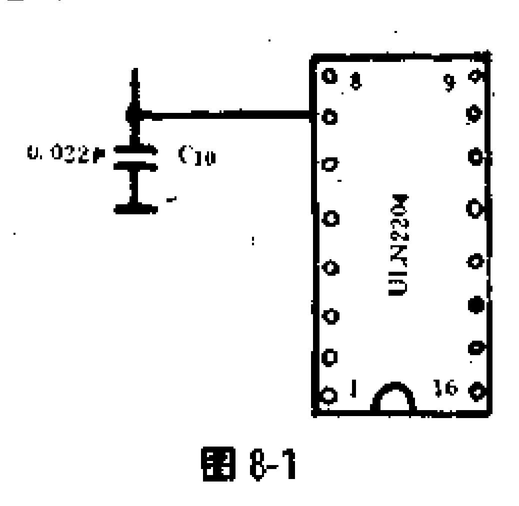



图 8-1

## 例四　FM 正常、AM 无声(集成块 TDA1083 损坏)

**【机型】**白鹤牌 4X15 型 FM/AM 集成电路收音机。

**【故障现象】**FM 正常，AM 收不到电台信号。

**【检修】**FM 工作正常，说明调频头正常，集成电路中放部分之后的电路一般没有问题。故障可能在变频级或接收电路，而变频级在集成电路内。因此，若外围元件无问题，则应怀疑

集成电路有故障。用万用表直流电压档查(4)、(5)、(6)、(7)各脚电压正常，外围元件 $B_5$、$B_6$、$B_7$ 及有关电容等都正常，此类故障估计是集成电路内部变频级有问题。用 AM 信号发生器给(6)脚注入 465kHz 的调幅信号，扬声器无声音，说明集成电路有故障，更换新的集成电路，AM 恢复正常工作。在没有信号发生器的情况下，也可直接换用集成电路试验。

## 例五　AM 正常，FM 无声(阻尼二极管击穿短路)

【机型】白鹤牌 4X15 型 FM/AM 集成电路袖珍收音机。

【故障现象】AM 正常，FM 收不到电台信号。

【检修】AM 工作正常，说明集成电路无问题，故障出在调频头部分。用 FM 信号发生器检查，把已调制的 10.7MHz 的调频中频信号注入变频管 $BG_2$ 集电极，扬声器听不到声音，估计是中频变压器 $B_1$、$B_2$ 有关电路的问题。检查 $B_1$、$B_2$ 正常，槽路电容 $C_{12}$、$C_{16}$ 正常，耦合电容 $C_{15}$ 也正常，最后发现阻尼二极管损坏引起短路，造成变频级无中频信号输出。换上一个好的阻尼二极管，收音机恢复正常。

## 例六　FM/AM 均无声(集成块 TA8127N 性能变劣)

【机型】咏梅牌 891F 型集成电路收音机。

【故障现象】调频/调幅均无声。

【检修】测量总电源电压基本正常，采用分段法判断故障部位。把音量电位器旋到音量最大位置，用镊子干扰音量电位器的中心抽头，发现有响声，说明双功放电路基本正常，再用镊子干扰(18)脚，无任何反应。又用万用表测量，发现(18)脚

为 0V(正常为 0.7V),看来 IC(TA8127N)内的立体声解码电路有故障。市场上又难买到此集成块。经仔细分析,由于(19)脚输出的是检波后的音频信号,作为应急措施,可把(18)脚断开,从(18)脚外接电容的负端把音频信号用导线直接接到音量电位器的输入端,并断开(13)、(14)脚。结果 AM/FM 收音均恢复正常,没有多大影响,只是没有立体声。等购到 TA8127N 再换上。

## 例七　FM/AM 均收不到台(检波输出耦合电容 $C_{28}$ 开路)

**【机型】**冠达牌 837F 型 FM/AM 袖珍收音机。

**【故障现象】**FM/AM 均收不到电台节目。

**【检修】**此收音机 AM/FM 两个波段均收不到电台,说明由 ULN2204 集成电路组成的单片收音机公共电路部分有故障。可用分段法检修。当用镊子干扰音量电位器的中心抽头时,有较大的响声,干扰(2)脚发现无音。再干扰(8)脚时也无反应。用数字万用表测量(1)～(8)脚、(14)～(16)脚的电压,基本正常。由此看来(8)脚到音量电位器之间的电路有故障。经仔细检查,是检波输出耦合电容 $C_{28}$(0.022μF)电容器引脚锈断。接上引脚,收音机即恢复正常工作。

## 例八　FM/AM 均收不到电台信号(集成块 TDA1083 内中放级损坏)

**【机型】**白鹤牌 4X15 型 FM/AM 袖珍收音机。

**【故障现象】**调频、调幅均收不到电台信号。

**【检修】**接通电源,扬声器有"咔哒"声,也有"沙沙"声,但调频、调幅波段均收不到电台信号,说明公共电路有故障。一

般而言，集成电路及外围元件有问题，都会使集成电路工作不正常。由于集成电路内部电路无法检查，只好根据外围元件的情况，判断集成电路的好坏。用万用表直流电压档检测集成电路中放输入端(1)、(2)脚电压正常，检查中放输出端(15)脚电压也正常，再检查鉴频检波输入端(14)脚和输出端(8)脚电压都正常；各脚的外围元件也无问题。根据此情况，怀疑是集成电路内部中放输出级有问题。换上好的集成块，故障排除。

ULN2204 与 TDA1083 引脚及功能完全相同，故可用 ULN2204 直接代换 TDA1083。

## 例九　收不到电台信号（中频滤波电容 $C_7$ 短路）

**【机型】**牡丹牌 MX108B 型单片收音机。

**【故障现象】**收不到电台信号。

**【检修】**该机采用单片 TA7641BP 集成电路，电原理图参见图 4-16。分析此故障出在变频级。测集成块变频级(1)、(15)、(16)脚电压很低，说明变频级已停振。检查电源滤波电容 $C_4$(0.022μF)和 $C_{10}$(100μF)均是好的，由电路分析，$C_7$(3300pF)短路也会造成此故障，焊下检测，确已击穿短路。将其换新，故障排除。

电容 $C_7$、$C_{16}$为检波输出的中频滤波电容，它们短路时，就会出现收不到电台信号的故障；它们的容量减小时，噪声将增大；它们的容量增大时，高音频信号旁路增大，加在音量电位器上的高音频信号将减弱，造成高音频增益下降的故障。请读者检修中注意。

## 例十　声音小，灵敏度正常（音量电位器性能变劣）

**【机型】**蝴蝶牌107-2型集成电路收音机。

**【故障现象】**声音小，但收台不少。

**【检修】**测整机电流1.8mA，正常；将电位器开至最大，从IC(TA7641BP)的(13)脚注入人体感应信号。扬声器中有正常的交流干扰声；从电位器$W_1$的中间头（活动点）注入人体感应信号，扬声器中交流干扰声正常；从$C_{15}$（相当于图6-16的$C_{15}$）的负端注入人体感应信号，扬声器中交流干扰声不明显，故判断为电位器接触不良。测量电位器两端电阻大于100kΩ。更换一只47kΩ电位器，机器恢复正常。

## 例十一　灵敏度低（耦合电容$C_5$虚焊）

**【机型】**白鹤牌4X15型FM/AM集成电路袖珍收音机。

**【故障现象】**灵敏度低。

**【检修】**FM与AM接收灵敏度都低，这种故障是公共电路的问题，多是集成电路性能不良；AM正常，FM工作时灵敏度低，说明公共电路无问题，故障多出在调频头；FM正常，AM工作时灵敏度低，这类故障多出在集成电路内变频级以前的电路。

AM正常，FM工作时灵敏度低时，用信号注入法检查调频头电路。用FM信号发生器输出10.7MHz的调制信号，注入变频管$BG_2$的集电极，从扬声器能听到声音，调中频变压器$B_1$、$B_2$，若声音变化不大，说明$B_1$、$B_2$基本正常。再使FM信号发生器输出98MHz已调制信号，注入变频管$BG_2$的发射

极，收音机也调谐到该频率，这时扬声器发出声音，再把信号发生器移至高放管 $BG_1$ 的集电极。保持信号发生器的输出大小不变，这时在扬声器里几乎听不到声音，说明耦合电容 $C_5$ 有故障。经检查，发现 $C_5$ 虚焊，把 $C_5$ 焊牢，故障消失。

## 例十二　只能收到本地强信号电台且声音小(双联可变电容器的 $C_{1b}$ 引脚虚焊)

**【机型】**蝴蝶牌 107-2 型集成电路收音机。

**【故障现象】**声音很小，只能收到本地强信号电台广播。

**【检修】**参见图 4-16，测静态工作电流 1.8mA，正常；将音量电位器开至最大，在 IC(TA7641BP)的(13)脚注入人体感应信号〔(13)脚为低放输入端〕，扬声器中出现较强交流干扰声，说明音频放大及功放正常；手握小螺丝刀的金属部分碰触可变电容器 $C_{1a}$ 动片固定螺丝，有正常的“喀喀”声，说明振荡电路工作基本正常；当用小螺丝刀碰触 $C_{1b}$ 的动片与线路板的焊点时，扬声器中声音突然增大。后发现该焊点有虚焊。重新焊好 $C_{1b}$ 动片，机器恢复正常。

## 例十三　收台时声音不稳且声小(中放去耦电容 $C_{28}$ 漏电)

**【机型】**咏梅牌袖珍收音机。

**【故障现象】**收台时声音不稳定且比正常时声音小。

**【检修】**此收音机能收到电台，说明两个波段的输入调谐回路公共电路基本正常。但两个波段声音小且不稳定，很可能是公共电路中某个元件性能差所引起。用万用表分别测量 ULN2204 各脚电压时，发现(1)、(2)脚电压有点不稳定，且比

正常值偏低。由此分析很可能是(1)、(3)脚之间跨接的0.01μF($C_{28}$)电容漏电，用烙铁焊下此电容，用万用表R×10k档测量，指针摆动。换上同容量的电容，收音机完全恢复正常。

由于此电容出现不稳定漏电，影响了中频的增益及稳定度，从而造成了音小且不稳定的现象。

## 例十四　工作半小时左右后无声(检波输出滤波电容$C_{44}$性能变劣)

【机型】地球牌十波段集成电路收音机。

【故障现象】开机时收音正常，工作半小时左右后无声。

【检修】检修时，待声音正常时，用电吹风对着检波输出滤波电容$C_{44}$(0.01μF)加热，收音机突然无声，用酒精使$C_{44}$冷却，或停止加热，过一会儿声音又恢复。当声音再消失时，用万用表直流2.5V档测(23)脚电压为1.02V，比表8-1所列值低。取下$C_{44}$，测得漏电阻为零(R×10k档)，或只有几十欧(R×10Ω档)。更换$C_{44}$，故障消失。

## 例十五　声音时有时无(音频输出耦合电容$C_{38}$引脚蚀断)

【机型】地球牌十波段集成电路收音机。

【故障现象】声音时有时无。

【检修】测量IC(CXA1019)音频放大电路各脚电压，均与表8-1所列值相符，说明电源及IC均正常。当敲击到(27)脚处，声音断续最灵敏。由此推断$C_{38}$耦合电容虚焊或接触不良，仔细观察电路板焊点良好，用手摇晃$C_{38}$，声音时有时无。焊下$C_{38}$，发现正极严重腐蚀断路，更换后故障排除。

表 8-1

| 引脚 电压(V) 波段 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FM | 0 | 2.2 | 1.5 | 0.8 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 0 | 0.4 | 0 | 0.6 |
| MW | 0 | 2.6 | 1.5 | 0.8 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| LW | 0 | 2.6 | 1.5 | 0.8 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| SW1 | 0 | 2.6 | 1.5 | 0.8 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |

| 引脚 电压(V) 波段 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FM | 1.4 | 0 | 1.3 | 0 | 1.4 | 0 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 0 | 2.5 | 3 | 1.5 | 0 |
| MW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 0 | 2.5 | 3 | 1.5 | 0 |
| LW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 0 | 2.5 | 3 | 1.5 | 0 |
| SW1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 1.5 | 1.1 | 1 | 0 | 2.5 | 3 | 1.5 | 0 |

注：静态时用 500 型万用表直流 10V 档测得。

## 例十六　声音时有时无（印刷板铜箔断裂）

**【机型】**地球牌十波段集成电路收音机。

**【故障现象】**声音时有时无。

**【检修】**检修时，用了各种方法均找不到原因。后用 SR8 型示波器检测集成电路 CXA1019 的(23)脚音频输出信号波形（也可用万用表 dB 档测音频信号电压），正常且十分稳定。当观察(24)脚音频功放信号输入端时，发现音频信号波形时有时无。从而断定是耦合电容 $C_{43}$或电阻 $R_{12}$虚焊，可是摇晃和观察这两个元件焊点均无问题。仔细观察(23)脚与 $C_{43}$正极铜箔有断裂，用万用表测(23)脚与 $C_{43}$正极间的电阻，卸下印刷

板电阻为零，装进机壳后又成开路。焊好铜箔裂缝，故障排除。

## 例十七　灵敏度低（中频旁路电容 $C_6$ 容量变小）

**【机型】**牡丹牌 MX108B 型集成电路收音机。

**【故障现象】**灵敏度低。

**【检修】**该机采用单片集成电路 TA7641BP，其内部包含收音机中的变频级、中放级、调幅检波器和低放等全部功能（各引脚功能及内部功能方框图参见第三章第二节介绍，电原理图参见图 4-16）。分析灵敏度低故障出在变频级和中放级。测变频级（1）、（15）、（16）三脚电压正常；测中放级（2）、（3）脚电压也正常，由此说明故障不属直流回路有问题，而是交流回路有故障。故对该机变频、中放级的交流元件进行检查，结果发现，中频旁路电容 $C_6$ 容量变小，容抗增大，使中频信号通过 $C_6$ 时，损耗增大，$B_1$ 初级谐振回路输出能量变小，耦合到次级的能量亦变小，块内中放电路输入的信号减弱，导致产生灵敏度下降的故障。用一只好的 0.022μF 电容换上后，灵敏度恢复正常。

顺便指出，该机高频旁路电容 $C_5$ 容量减小或消失，也会引起高频信号损耗，造成灵敏度降低。读者在检修实践中应注意。

## 例十八　低音频性能变劣（音频耦合电容 $C_9$ 容量变小）

**【机型】**牡丹牌 MX108B 型单片收音机。

**【故障现象】**声音变小且发尖，低音频性能变坏。

【检修】该机电原理图参见图 4-16。分析此故障出在低频放大部分。经检查低频放大部分的(10)、(11)、(12)、(13)脚电压均正常，分析故障出在交流回路。仔细检查发现音频耦合电容 $C_9$(0.022μF)容量变小，使耦合到(13)脚〔(13)脚为集成块内部低放电路的输入端〕的音频信号减少，特别是低音频信号更少，从而造成低音频性能变坏。将其换新后故障消除。

顺便提及，如果 $C_9$ 开路，收音机将会无声；如果 $C_9$ 短路，音量电位器中心头和(13)脚直接相通，调 $W_1$(50kΩ)造成(13)脚直流电压不正常，影响集成电路内部的低放电路，使低放电路工作不稳定。

## 例十九　自激(防自激电容 $C_{18}$脱焊)

【机型】牡丹牌 MX108B 型单片收音机。

【故障现象】自激。

【检修】该机电原理图参见图 4-16。该机为防止高中频干扰信号进入集成电路内低放级引起自激，在音量电位器中心头对地设计有一只防自激电容 $C_{18}$(330pF)。出现自激一般是该电容容量减小或消失。在仔细检查时，轻轻晃动 $C_{18}$发现其引脚与印刷板脱焊而不起作用，将其重新焊好，自激消失。

顺便指出，该集成电路 TA7641BP 的(10)脚对地还设置有一只消振电容 $C_{14}$(0.47μF)，其容量减小或开路时，收音机音量小时，发音正常；音量开大时，会产生低频自激发出啸叫声。如收音机自激现象与此相同时，应重点检查 $C_{14}$是否损坏或脱焊。

## 例二十　自激（电源高频退耦电容 $C_{25}$ 损坏）

**【机型】**海燕牌 3604 型 FM/AM 集成电路收音机。

**【故障现象】**开启电源，稍加大音量，收音由正常马上变成无声；关机后，再开一次，重复以上现象。

**【检修】**判断故障为自激。对于集成电路的自激，一般按常规分析方法，有以下原因：①原机印刷电路布线设计、元器件布置不合理；②电源退耦差；③增益过高；④集成电路性能变劣。

首先排除可能性最小的原因。参阅其它机型的印刷电路及元器件布置，发现几乎完全一样。同时此机在此以前已经维修过。因此，可以排除以上分析的第①点。

然后，根据从简单到复杂的检修方法，先检查本机的增益。降低音量或降低电源试听，故障不能消除，由此证明第③点可能性小。

再按一般的集成电路检查方法测其各脚对地的电压值，结果除第(10)脚为 6V（见图 8-2）明显高于参考值（1.1V）外，余下均与参考值所差无几。怀疑滤波电容 $C_{26}$ 损坏。将其焊下，用万用表 R×10Ω 档粗测，性能良好。再检查电源退耦部分，用万用表测 $C_{22}$、$C_{25}$ 均无指示，$C_{24}$ 指针偏转正常。因此只能怀疑集成电路 ULN2204 性能变差，将其换新，结果故障仍不能排除。

为了确定自激的根源，采用分离法检查。由于该集成电路大致分为两大部分：检波前部分；低放部分。检查方法如下：断开(9)脚的信号，同时外加一个音频信号，工作正常；监听检波

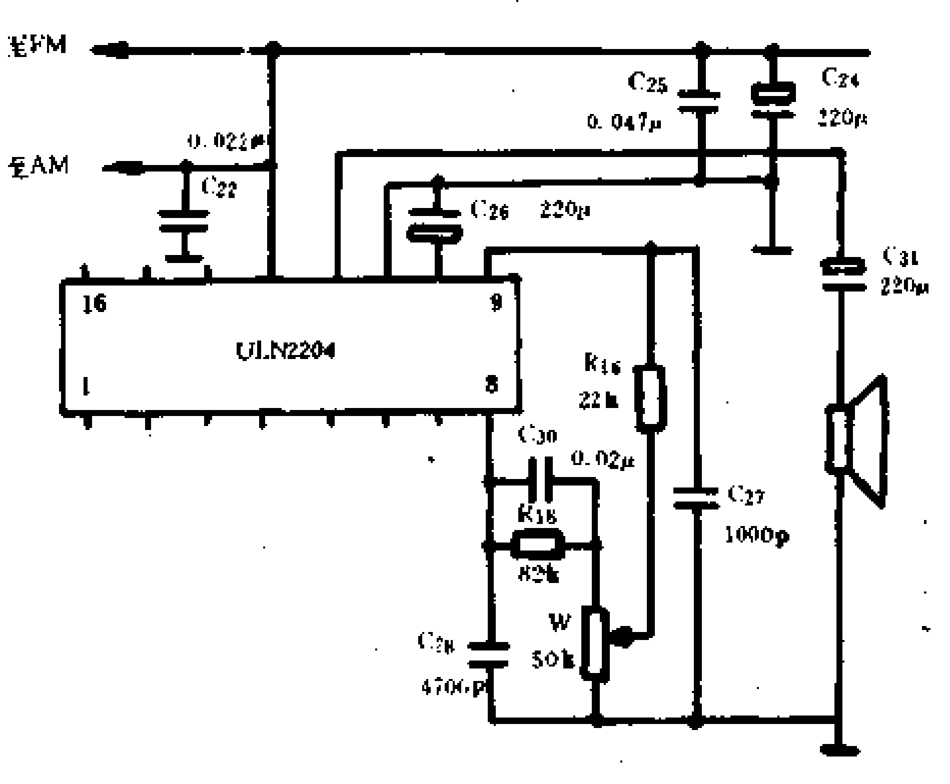



图 8-2

输出也良好。估计此自激由电源退耦所引起。考虑到 $C_{22}$、$C_{25}$ 容量很小，焊下不用，再开机检查，发现不用 $C_{25}$ 时，故障马上消失，由此证实故障是由电源高频退耦电容所引起的。换上一只 0.047μF 新电容，故障排除。

# 附　　录

## 一、收音机常用集成电路代换表

| 型　号 | 代 用 型 号 |
|---|---|
| AN260 | XG260 |
| AN7213 | XG7213　CD7213 |
| AN7223 | XG7223　AN7273 |
| HA11227 | AN7410　HA12016　HA13018　HA12026 |
| LA4100 | CD4100　DG4100　TB4100　SF4100　FL4100　XG4100 |
| LA4112 | CD4112　D4112　FY4112　SL4112 |
| LA4220 | LA4125　LA4126　LA4125T　LA4126T |
| TA7335P | TA7358P　TA7335F-LB　D7335P　CD7335 |
| TA7640AP | CD7640AP　XG7640AP　D7640AP |
| TA7641BP | D7641BP　FY7641　TB7641　XG7641 |
| TCA3089 | CA3089　LM3089　KB4402　MC1389　SN76689　μA3089 |
| TDA1083 | ULN2204　HA12402　TA7613　BH2204 |
| ULN2111A | CA2111A　MC1357 |
| ULN2136A | LM1841 |
| ULN2204 | FS2204　FY2204　HA12402　SL2204　TB2204　TA7613AP　BW2204　D2204　CD2204　TDA1083 |
| ULN2249 | HA1199 |
| ULN2289 | MC3089　TC3089　μA3089　SN76689 |
| ULN3803 | D3803 |
| ULN3839A | D3839A |
| μPC1018C | AN7218　BA4210　BH1018C　CD1018C　D1018C　FD1018C　FD303　FY1018C　SF1018C　SF7218　TB1018AM　TB1018C　XG1018C　XG7218　SL7218　SL1018C　CF1018C |
| μPC1028H | BA403　LA1150　TA7310P |
| μPC1197 | AN362　BA1320　HA11227　KA2261　LA3361　μPC1320 |

# 二、收音机常用集成电路引脚电压值

| 型号 | | 引脚序号 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 电源电压 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AN7145 | | 13 | 6 | 0 | 11 | 0.1 | 6 | 5 | 0 | 0 | 6 | 0 | 5 | 6 | 0.1 | | | |
| AN7145H | | 15 | 7.6 | 0 | 14 | 0.2 | 7.5 | 6 | 0.6 | 0 | 0.4 | 0.4 | 6 | 7.5 | 0.2 | 13 | 0 | |
| AN7213 | FM | 4.2 | 5 | 5 | 0 | 4.8 | 4.8 | 4.2 | | | | | | | | | | 6V |
| AN7410 | | 6.7 | 1.3 | 2.8 | 2.7 | 2.7 | 4.8 | 0 | 0.7 | 0 | 1.1 | 1.1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.9 | |
| CF039 | | 3.7 | 0 | 0.8 | 0 | 4.0 | 0.7 | 0 | 0.7 | 4.0 | 0.7 | 0.8 | 1.9 | 3.6 | 4.0 | | | |
| CF043 | | 4.0 | 1.3 | 0.8 | 0 | 4.0 | 0.7 | 0 | 0 | 0.4 | 0.3 | 0 | 0 | 4.0 | 0.7 | 1.3 | 4.0 | |
| CXA1033 | AM | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 1.2 | 0.8 | 1.2 | 0.7 | 1.3 | 0 | 1.5 | 3 | 0 | 2 | 3V |
| D3839A | AM | 1.2 | 1.2 | 0 | 4.4 | 4.4 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 0 | 1.2 | 0 | 1.9 | 4.4 | 4.5 | 4.5 | 1.5 | 4.5V |
| HA11227 | | 5.2 | 1.4 | 1.8 | 1.3 | 1.3 | 3.8 | 0 | 0.1 | 0.1 | 1.4 | 1.4 | 1.7 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.8 | |
| LA3361 | FM | 4 | 2.1 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 2.8 | 0 | 0.4 | 2.2 | 1.1 | 1.3 | 0 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 0.1 | 4.5V |
| LA4100 | AD | 2.9 | 0 | 0 | 4.2 | 0.7 | 2.9 | 0 | 2.3 | 2.6 | 2.9 | 0 | 5.7 | 6 | 6 | | | 6V |
| LA4112 | | 4.5 | | 0 | 5.4 | 0.8 | 4.5 | | | 4.5 | 4.5 | 7.8 | 8.6 | 7.4 | 9 | | | 9V |
| LA4420 | | 0 | 7 | 14 | 13 | 8.2 | 1.2 | 0 | 6.8 | 7 | 6.2 | | | | | | | 14V |
| SL34 | | 3 | 3.7 | 0.8 | — | — | — | 0 | 3 | 6 | — | 6 | — | 3 | 3 | | | |
| SL315 | AM | 1.4 | 0.7 | 6 | 1.4 | 2.1 | 1.4 | 0 | 0.7 | 2.1 | 6 | 1.4 | 0.7 | 6 | 6 | | | 6V |
| TBA820M | AD | 0.7 | 0.6 | 0 | 0 | 2.2 | 4.5 | 4.4 | 3.1 | | | | | | | | | 4.5V |
| TDA7021 | FM | 2 | 1.3 | 0 | 2.5 | 2.5 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 2.3 | 1.6 | 1.6 | 0.9 | 0.9 | 1.3 | 0.6 | 1.2 | 3V |
| TA7335P | FM | 5.2 | 6 | 6 | 6 | 0 | 6 | 5.6 | 0 | 2.4 | | | | | | | | 6V |

续表

| 型号 | | 引脚序号 | | | | | | | | | | | | | | | | 电源电压 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| TA7342P | AM | 1 | 2 | 2.9 | 2.4 | 0 | 2.2 | 2.9 | 1.4 | 1.4 | | | | | | | | 3V |
| | FM | 1 | 2 | 2.7 | 2.4 | 0 | 1.8 | 1.8 | 1.4 | 1.4 | | | | | | | | |
| TA7343P | AM | 2.5 | 2.3 | 5 | 5.1 | 0 | 6 | 5 | 2.6 | 2.6 | | | | | | | | |
| | FM | 2.4 | 3.2 | 4.8 | 4.1 | 0 | 6 | 4 | 0.4 | 2.6 | | | | | | | | |
| TA7358/F | FM | 2.2 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 0 | 3.0 | — | 2.4 | 3.0 | | | | | | | | |
| TA7370AP/F | | 0.2 | 2.0 | 3.0 | 2.8 | 0 | — | 2.0 | 1.0 | 1.0 | | | | | | | | |
| TA7640AP | AM | 1.5 | 1.5 | 2.3 | 2.3 | 0.9 | 0.9 | | 0 | 1.4 | 5.3 | 5.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 5.3 | 6V |
| | FM | 0 | 0 | 1.6 | 1.9 | 0.8 | 0.8 | | 0 | 0.8 | 5.3 | 4.9 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 4.9 | |
| TA7641BP | AM | 2.8 | 2.3 | 2.3 | 2.8 | 2.8 | 1.6 | 1.2 | 3 | 3 | 1.6 | 0 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 2.2 | 2.8 | 3V |
| TA7687AF | AM | 1.0 | 1.0 | 0 | 1.5 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 1.1 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2 | 2 | 2 | 2.4 | 3V |
| | FM | 0 | 0 | 2.3 | 1.5 | 1.5 | 0.8 | 0 | 0 | 1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 2.1 | |
| TA7688AP/F | | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0 | 2.2 | 1.5 | 0 | 3.0 | 1.5 | 2.3 | 2.2 | 3.0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | |
| TA7757P/F | AM | 0 | 0 | 0 | 1.4 | 1.4 | 0 | | 0 | 1.1 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.8 | 2.8 | 2.9 | 3.0 | 3V |
| | FM | 1.0 | 1.0 | 3.0 | 1.4 | 1.4 | 0 | | 0 | 1.1 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 3.0 | |
| ULN2204 | AM | 1.3 | 1.3 | 0 | 6 | 6 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 0 | 1.1 | 0 | 2.8 | 6 | 6 | 6 | 1.5 | 6V |
| | FM | 1.6 | 1.6 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1.1 | 0 | 2.8 | 6 | 6 | 6 | 1.8 | |
| μPC1018C | AM | 4.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 4.7 | 4.7 | 0.4 | 0.7 | 4.7 | 0.6 | 6V |
| | FM | 0 | 0.7 | 0 | 2.7 | 3.3 | 4.4 | 4.4 | 3.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |

## 三、收音机常用英汉词汇对照

| | |
|---|---|
| AC | 交流 |
| AFC(AUTOMATIC FREQUENCY CONTROL) | 自动频率控制 |
| AM | 调幅 |
| ANT | 外接天线(插口) |
| BALANCE | 平衡 |
| BAND(SELECTOR) | 波段(选择) |
| BASS | 低音 |
| BATTERY | 电池 |
| BEAT(BEAT CUT SWITCH 或 ISS) | 消拍频开关,差拍消除开关 |
| DC | 直流 |
| EAR | 外接耳机(插口) |
| EXT. SPEAKER | 外接扬声器(插口) |
| FINE(TUNING) | 微调(旋钮) |
| FM | 调频 |
| IC | 集成电路 |
| INDOOR ANTENNA | 室内天线 |
| kHz | 千赫 |
| LED | 发光二极管 |
| LEFT | 左声道 |
| LINE OUT | 线路输出(插口) |
| LW | 长波 |

| | |
|---|---|
| MAX | 最大(音量) |
| MHz | 兆赫 |
| MIN | 最小(音量) |
| MODEL | 型号 |
| MONO | 单声道 |
| MUTE 或 MUTING | 静噪调谐 |
| MW | 中波 |
| OFF | 断开 |
| ON | 接通 |
| OUTDOOR ANTENNA | 室外天线 |
| P.U. | 拾音器(按钮,插口) |
| POCKET | 袖珍式 |
| POWER(SWITCH) | 电源(开关) |
| RADIO | 收音机 |
| RIGHT | 右声道 |
| SIGNAL INDICATOR | 调谐信号显示灯 |
| SOUND FREQUENCY | 频率响应 |
| STEREO | 立体声 |
| STEREO LAMP | 立体声指示灯 |
| SW | 短波 |
| TONE | 音调控制器 |
| TRANSISTOR | 晶体管 |
| TREBLE | 高音 |
| TUNING | 调谐(旋钮) |
| TUNING DIAL | 刻度盘 |
| VOLUME | 音量控制器 |

［Ｇｅｎｅｒａｌ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝集成电路收音机原理与维修
作者＝ＢＥＸＰ
ＳＳ号＝
加密地址＝
页数＝１６４
下载位置＝ｈｔｔｐ：／／２０２．１１８．１８０．１２１／ｅｂｏｏｋ／ｓｊｙ０１／ｄｉｓｋｄｘ／ｄｘ２０／２２／！０００１．ｐｄｇ